



วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

science Journal
Chandrakasem Rajabhat University

ปีที่ 32 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2565)
VOL.32 NO.1 JANUARY - JUNE 2022

ISSN: 1685 - 0491

ISSN: 2697 - 4584 (online)

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม (Science Journal Chandrakasem Faculty of Science Chandrakasem Rajabhat University) ซึ่งฉบับนี้เป็นปีที่ 32 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565 โดยเป็นบทความที่คัดเลือกมาจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ครั้งที่ 5 (The 5th CRU-National Conference in Science and Technology : NCST 5th 2022) ซึ่งมีการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

โดยวารสารออนไลน์ใช้ระบบ ThaiJO 2.0 มีหมายเลข ISSN (Online) คือ 2697-4584 และวารสารเป็นเล่มมี ISSN (Print) คือ 1685-0491 ซึ่งวารสารมีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม) วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ ของอาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจ จากสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทั้งบทความวิจัยและบทความวิชาการ ซึ่งกองบรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์มุ่งมั่นที่จะปรับระดับคุณภาพของวารสารให้พร้อมที่จะเข้าสู่การประเมินคุณภาพวารสารในฐาน TCI ต่อไป

กองบรรณาธิการวารสารขอขอบคุณผู้สนับสนุนบทความทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในการส่งบทความ จำนวน 7 บทความ (บทความภายนอก 7 บทความ) เพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ ปีที่ 32 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2565 กองบรรณาธิการฯ ขอพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพของบทความและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง สุดท้าย ขอขอบคุณ ทีมงานที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ทำให้รูปเล่มของวารสารให้มีความสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ สวัสดิ์นะที

บรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

สารบัญ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application)	1
การพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์ โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล	7
การสกัดเบต้าแคโรทีนจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	15
ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลไม้สดและผลไม้อบแห้ง	23
ปัจจัยที่ส่งต่อการตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัย	33
การประยุกต์ใช้โกลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบปิ่นจั่น ภายในบริษัทผลิตปุ๋ยเคมีแห่งหนึ่ง	39
การสอนโค้ดดิ้งผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง	47

Table of Contents

Factors Influencing the Acceptance of RD Smart Tax Mobile Application Usage	1
Commercial Bank Credit Amount Forecasting using Data Mining Technique	7
Beta-carotene Extraction from Oil Palm Kernel Meal	15
Antioxidant Activity of Fresh Fruits and Dry Fruits	23
Factors Affecting University Students' Cybersecurity Awareness	33
Application of Glide Apps and Line Notification for Crane Inspection, Chemical Fertilizer Company	39
Coding Instruction Through Learning Activity on Tourist Attraction Route Planning in Wiang Kalong City	47

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะ

ของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application)

Factors Influencing the Acceptance of RD Smart Tax Mobile Application Usage

กัณตนา พูลทอง¹, วศิน เทพโสพรรณ², อารดา นิลเพชร^{3*}, นลินภัทร์ บำเพ็ญเพียร⁴

Kantana Pooltong¹, VasinThepsoparn², Arada Nilpetch³, Nalinpat Bhumpenpein⁴

^{1, 2, 3, 4} มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{1, 2, 3, 4} King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application) ในกลุ่มผู้ยื่นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ของพนักงานการประปาส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนเมษายน 2565 ด้วยแบบสอบถามออนไลน์จากพนักงานการประปาส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) จำนวน 161 ตัวอย่าง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยพหุคูณ วิธี Stepwise พบว่า มี 4 ปัจจัย จาก 12 ปัจจัย ที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application) ได้แก่ ปัจเจกบุคคล คุณภาพของระบบ อิทธิพลทางสังคม และประสบการณ์ของผู้ใช้งาน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.683 และอธิบายความผันแปรของการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application) ได้ร้อยละ 46.6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: ปัจจัย การยอมรับ แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

Abstract

The objective of this research is to study the factors that results in the acceptance of Mobile Application RD Smart Tax among the taxpayers who are liable to file the personal income tax from employees of Provincial Waterworks Authority (Head Office) of Thailand. Demonstrated in 161 sets of fill-in online form, the data was collected in April 2022 by the employees from Provincial Waterworks Authority (Head Office) of Thailand. Statistical methods utilized for an analysis of data are frequency, percentile, mean and multiple regression by stepwise model. The research finding reveals that 4 out of 12 factors have the effect on the adoption of Mobile Application RD Smart Tax: (1) Individualism, (2) System Quality, (3) Social Influence and (4) User Experience. The correlation coefficient is 0.683 and the variance of the acceptance of Mobile Application RD Smart Tax is 46.6% with a statistical significance level at 0.05

Keywords: Factor, Acceptance, Mobile Application

* Corresponding author : arada.n@email.kmutnb.ac.th

1. บทนำ

การจ่ายภาษีนับเป็นหน้าที่ของประชาชนทุกคนที่อาศัยอยู่ในประเทศ เดิมทีการยื่นภาษีก่อนที่จะมีการนำเทคโนโลยีมาปรับใช้ในการยื่นหลักฐานการชำระภาษี ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาและทรัพยากรเป็นจำนวนมากในการดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ปัจจุบันกรมสรรพากร ได้มีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการการยื่นแบบภาษีออนไลน์ พัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ ตัดทอนส่วนงานที่สามารถใช้เทคโนโลยีมาช่วยจัดการแทนได้ และลดระยะเวลาในการยื่นภาษีให้รวดเร็วยิ่งขึ้น ทำให้ผู้ยื่นภาษีผ่านช่องทางออนไลน์ สามารถยื่นแบบชำระภาษีได้อย่างสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

ซึ่งปัจจุบันกรมสรรพากร มีช่องทางสำหรับยื่นแบบภาษี 3 ช่องทาง ได้แก่ 1.การยื่นแบบกระดาษ ณ สำนักงานสรรพากรพื้นที่ 2.การยื่นแบบผ่านช่องทางเว็บไซต์ (e-Filing) 3.การยื่นแบบผ่านสมาร์ตโฟน (RD Smart Tax) โดยสรรพากรมีการพัฒนาระบบการยื่นภาษีอยู่ตลอดเวลา เพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางให้กับผู้เสียภาษีมีความสะดวกมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำเรื่องที่ยุ่งยาก อย่างการยื่นแบบภาษีที่ซับซ้อนและเต็มไปด้วยเอกสารทางการเงินที่ดูน่าสับสน กลายเป็นสิ่งที่สามารถจัดระเบียบและจัดการได้อย่างรวดเร็วด้วยการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ และปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่มักทำธุรกรรมต่าง ๆ ผ่านสมาร์ตโฟนมากขึ้นเนื่องจากมีขนาดเล็ก พกพาสะดวก และสามารถทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้สะดวกทุกที่ ทุกเวลา (กองบริหารการเสียภาษีทางอิเล็กทรอนิกส์ กรมสรรพากร, 2564)

จากเหตุผลดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยมีความต้องการที่จะศึกษาในเรื่องของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลให้ประชาชนจะยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application) ในกลุ่มผู้ยื่นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ของพนักงานการประปาส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) เพื่อนำผลการศึกษาจากวิจัยฉบับนี้ไปประยุกต์ใช้และพัฒนาต่อยอดตัวแอปพลิเคชันให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจากมุมมองของประสบการณ์ผู้ใช้ ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

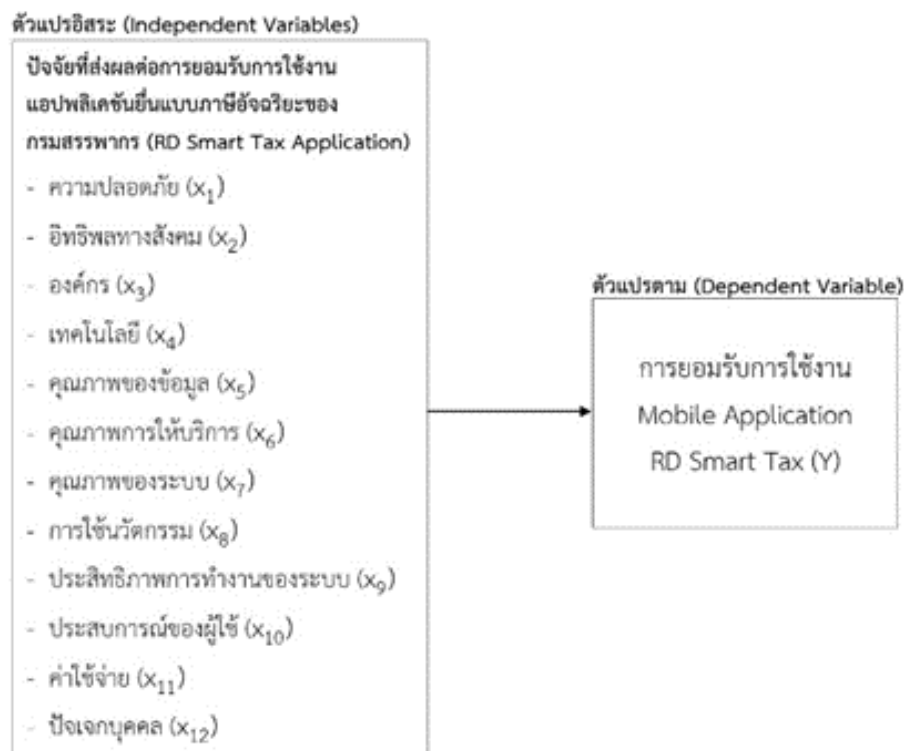
1. เพื่อทำการศึกษปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งาน Mobile Application RD Smart Tax ในกลุ่มผู้ยื่นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ของพนักงานการประปาส่วนภูมิภาคสำนักงานใหญ่
2. เพื่อทำการเปรียบเทียบการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร ในกลุ่มผู้ยื่นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาแต่ละสายงานของพนักงานการประปาส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ คือ ผู้ยื่นแบบภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ของพนักงานการประปาส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) จำนวนทั้งสิ้น 1,082 คน (ข้อมูลบุคลากรจากอัตรากำลังภาพรวมพนักงานและลูกจ้างการประปาส่วนภูมิภาค ณ วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565) ขนาดกลุ่มตัวอย่าง คำนวณโดยใช้เกณฑ์ ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 160 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามออนไลน์ที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ทุกข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัยและตรวจสอบความเชื่อมั่นทั้งฉบับของครอนบัค (Cronbach Alpha) มีค่า 0.841 และตรวจสอบความเชื่อมั่นรายข้อมีค่าระหว่าง 0.766 - 0.963

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย สายงาน เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้ต่อเดือน การรับรู้ และประสบการณ์การใช้งาน Mobile Application RD Smart Tax ส่วนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร ประกอบด้วย 12 ปัจจัย ได้แก่ x_1 - x_{12} และตัวแปรตาม (Y) ภาพโมเดลการวิจัยแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โมเดลการวิเคราะห์ปัจจัย

4. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 58.4 และเพศชาย จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 41.6 จำแนกตามช่วงอายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 26 - 32 ปี จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 36.0 รองลงมาเป็นช่วงอายุ 33 - 39 ปี จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 31.7 จำแนกตามสายงาน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นสายงานบริหาร จำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 33.5 รองลงมาเป็นสายงานการเงิน จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 24.2 จำแนกตามสถานภาพ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด จำนวน 93 คน คิดเป็นร้อยละ 57.8 รองลงมาคือสถานภาพสมรส จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 41.6 และ หม้าย/หย่าร้าง/แยกกันอยู่ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.6 จำแนกตามระดับการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 124 คน คิดเป็นร้อยละ 77.0 รองลงมาเป็นระดับการศึกษาปริญญาโท จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 19.9 จำแนกตามรายได้ต่อเดือน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 20,001 - 40,000 บาท จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 55.9 รองลงมาเป็นรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 20,000 บาท จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 25.5

ผลการวิเคราะห์ผลการถดถอยพหุคูณ ด้วยวิธี Stepwise พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร ในกลุ่มผู้ยื่นแบบภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ของพนักงานการประปาส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) มีทั้งหมด 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยปัจเจกบุคคล (x_{12}) ปัจจัยคุณภาพของระบบ (x_7) ปัจจัยอิทธิพลทางสังคม (x_2) และปัจจัยประสบการณ์ของผู้ใช้ (x_{10}) ดังตารางที่ 1 โดยทั้ง 4 ปัจจัยสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร ได้ร้อยละ 45.2 ดังสมการพยากรณ์ต่อไปนี้

$$Y = 2.258 + 0.225x_{12} + 0.217x_7 + 0.192x_2 + 0.172x_{10} \quad (1)$$

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ วิธี Stepwise

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	2.258	0.782		2.886	0.004
X ₁₂	0.225	0.059	0.264	3.832	0.000
X ₇	0.217	0.067	0.229	3.225	0.002
X ₂	0.192	0.064	0.212	2.980	0.003
X ₁₀	0.172	0.064	0.191	2.681	0.008
R = 0.683 R Square = 0.466 Adjusted R Square = 0.452 Std. Error of the Estimate = 1.561					

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากรในกลุ่มผู้ยื่นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา ของพนักงานการประชาสัมพันธ์ส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 161 คน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยพหุคูณ ด้วยวิธี Stepwise พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร มีทั้งสิ้น 4 ตัวแปร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร 0.683 อธิบายความผันแปรของการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร ได้ร้อยละ 46.6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์เท่ากับ 1.561

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร ได้แก่ ปัจจัยปัจเจกบุคคล ทั้งความคุ้นชินต่อการใช้สมาร์ตโฟนทำธุรกรรมเป็นประจำ ความชอบในการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่เสมอ ปัจจัยคุณภาพของระบบ ทั้งระบบมีความเสถียร ปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง สามารถดำเนินการยื่นแบบ เปลี่ยนแปลง ลบ ข้อมูล รวมถึงการลงลายมือชื่ออิเล็กทรอนิกส์ผ่านสมาร์ตโฟน และมีการคำนวณภาษีที่ถูกต้อง

ต้อง ปัจจัยอิทธิพลทางสังคม โดยคนรอบตัวส่วนใหญ่ใช้แอปพลิเคชันในการทำธุรกรรมต่าง ๆ ในสถานที่ต่าง ๆ ได้หลากหลาย และแอปพลิเคชันเป็นที่นิยมและถูกพูดถึงในวงกว้าง และปัจจัยประสบการณ์ของผู้ใช้ สามารถใช้งานได้อย่างไร้รอยต่อทั้งสมาร์ตโฟนและเว็บไซต์ การออกแบบมีความเข้าใจง่าย รูปแบบ สี จัดวางได้เหมาะสม ใช้งานได้ง่ายและต่อเนื่อง

ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่า ทศนคติส่วนบุคคลเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการใช้งาน Mobile application รองลงมาคือประสบการณ์ของผู้ใช้ ซึ่งเกี่ยวกับการออกแบบมีความเข้าใจง่าย รูปแบบ สี และการจัดวางต่างๆเหมาะสม ระบบมีการประมวลผลข้อมูลอย่างถูกต้อง ครบถ้วน มีการอัปเดตเวอร์ชันเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อรองรับการใช้งาน และเป็นแรงจูงใจให้ผู้ใช้มีความสนใจในการใช้มากขึ้น (Aydin, Burnaz, 2016, 73-92.)

โดยปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยนี้สามารถนำไปวิเคราะห์ถึงแนวทางการแก้ไขหรือพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงานของแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร เพื่อปรับปรุงฟีเจอร์การใช้งานต่าง ๆ ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้มากที่สุดและเพิ่มโอกาสในการเลือกใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร อย่างต่อเนื่องให้มากขึ้นด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยฉบับนี้ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นลินีภัทร์ บำเพ็ญเพียรในฐานะที่เป็นผู้เชี่ยวชาญของวิจัยในหัวข้อ “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันยื่นแบบภาษีอัจฉริยะของกรมสรรพากร (RD Smart Tax Application) ในกลุ่มผู้

ยื่นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาของพนักงานการประสานส่วนภูมิภาค (สำนักงานใหญ่)” ในการให้คำแนะนำในการตรวจแบบสอบถาม กระบวนการทำการวิจัย อีกทั้งยังกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำอย่างดียิ่งและเป็นผู้ให้ความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดจนทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ นอกจากนี้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ดร.กาญจนา วิริยะพันธ์ และ ผ.ศ. ดร.มาลีรัตน์ มะลิแย้ม คณาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มจพ.และคุณพงศธร มัทธนะสิน ผอ.กองศูนย์ข้อมูลและแผนเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ พนักงานการประสานส่วนภูมิภาคที่สละเวลาในการทำแบบสอบถามของงานวิจัยฉบับนี้ทุกคน และบุคลากรทุกกลุ่มงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดระยะเวลาการทำการวิจัยและเป็นที่กำลังใจในการทำวิจัยจนแล้วเสร็จ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- จุไรวรรณ สุวดีถิกุล. (2018). ปัจจัยที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อความพึงพอใจในการจองห้องพักออนไลน์ผ่านแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ของ โอโกต้าโดยผู้เข้าร่วมงานท่องเที่ยวท่องเที่ยวครั้งที่ 20 ปี 2561 (การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. สืบค้นจาก <http://dspace.bu.ac.th>
- นฤศร มังกรศิลา, เขม อภิภัทรโรดม. (2018). ปัจจัยที่มีผลต่อความภักดีของผู้ใช้บริการระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์กลุ่มธุรกิจอาหาร ภูมิศึกษา : อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี (รายงานการวิจัย). สืบค้นจาก <https://www.km.hec.rmutp.ac.th/>
- วรัญญู กิจเจริญนารักษ์, ปวีณา คาพุกกะ. (2020). ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้บริการแอปพลิเคชันทางการเงินผ่านสมาร์ตโฟน. 2020. วารสารบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีปีที่10 (1), 129-145. สืบค้นจาก <https://jisb.tbs.tu.ac.th>
- สุจิตรา ดั่งทอง. (2021). ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการเว็บไซต์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. *Journal of Professional Routine to Research*, 2021 (8), 25-35. สืบค้นจาก <https://so03.tci-thaijo.org>
- Achmad Nizar Hidayanto, Ave Adriana Pinem, Dira Ayu Meigasari, Dumilah Ayuningtyas, Putu Wuri. (2018). *Critical Success Factors for Mobile Health Implementation in Indonesia*. *Heliyon*, 2018 (4), 11. doi:10.1016/j.heliyon.2018.e00981
- Dandan Ma, Jia Tina Du, Yonghua Cen, Peng Wu. (2016). Factors Enabling the Use of Mobile Internet Services by Information Disadvantaged People. *First IEEE International Conference on Computer Communication and the Internet (ICCCI)*, 2016. doi:10.1109/cci.2016.7778871
- D.D.M. Dolawattha, H.K. Salinda Pramadasa, Prasad M. Jayaweera. (2019). The Impact Model : Teachers' Mobile Learning Adoption in Higher Education. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 2019, 71-88 Retrieved from <https://eric.ed.gov>
- EevaNevasalo. (2013). Factors Affecting Entertainment Mobile Application Adoption. *Application Development and Design*, 2018, 1552-1566. doi:10.4018/978-1-5225-3422-8.ch066
- Frank Bivar Franque, Tiago Oliveira, Carlos Tam. (2021). Understanding the factors of mobile payment continuance intention:empirical test in an African context. *Heliyon*, 2021 (7). doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e07807
- Gokhan Aydin, Sebnem Burnaz. (2016). Adoption of mobile payment systems : A study on mobile wallets. *Journal of Business, Economics and Finance (JBFE)*, 2016 (5), 73-92. doi:10.17261/pressacademia.2016116555

- Herman Fassou Haba. (2018). Empirical Investigation on Taxi Hailing Mobile App Adoption: A Structural Equation Modelling. *siness Management and Strategy ISSN 2157-6068*, 2018, (9), 48-72. doi:10.5296/bms.v9i1.13006
- Hong, Jiangtao, Pengjie Guoa,Yuting Quan. (2021). The Adoption of Supply Chain Service Platforms for Organizational Performance: Evidences from Chinese Catering Organizations. *International Journal of Production Economics*, 2021 (237), 108147.doi:10.1016/ j.ijpe.2021.108147
- Kobthong Ladkoom, Bundit Thanasop. (2018). Factors Influencing e-payment Loyalty in Thailand. *10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, 2018, 295-300. doi:10.1109/iciteed.2018.8534881
- Leni Natalia Zulita, Abiyyu Fawwaz K, Sariful Bachtia, Karona Cahya Susena, Sfenrianto Sfenrianto, Emil R. Kaburuan. (2018). Factors of Web Design, Application Design and Service Quality on Satisfaction of E-Billing Users in Indonesia. *International Conference on Orange Technologies (ICOT)*, 2018. doi:10.1109/icot.2018.8705898
- Muhammad Z.I. Lallmahomed, Naguib Lallmahomed, Gias M. Lallmahomed. (2017). Factors Influencing the Adoption of e-Government Services in Mauritius. *Telematics and Informatics*, 2017 (34), 57–72. doi:10.1016/j.tele.2017.01.003
- Min-Jhih Cheng, Her-Her Tsai, Shiu-Wan Hung, Ping-Wen Chen./(2016). The Adoption Intentions of Mobile Applications. *IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*, 2016. doi:10.1109/icis.2016.7550816
- Sheng-Wei Lin. (2016). The critical success factors for a travel application service provider evaluation and selection by travel intermediaries. *Tourism Management*, 2016 (56), 126-141. doi:10.1016/j.tourman.2016.03.028
- Verkijika Silas Formunyuy. (2018). Zactors Influencing the Adoption of Mobile Commerce Applications in Cameroon. *Telematics and Informatics*, 2018 (35), 1665–1674. doi:10.1016/ j.tele.2018.04.012
- Victor Okoroji, Nic J Lees, XiaomengLucock. (2021). Factors affecting the adoption of mobile applications by farmers: An empirical investigation. *African Journal of Agricultural Research*, 2021 (17), 19-29. doi:10.5897/ajar2020.14909
- Sheshadri Chatterjee, Dipasree Majumdar, Sanjay Misra, Robertas Damaševičius./(2020). Adoption of mobile applications for teaching-learningprocess in rural girls’schools in India: an empiricalstudy. *Education and Information Technologies*, 2020 (25), 4057–4076. Retrieved from <https://link.springer.com>

การพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล Commercial Bank Credit Amount Forecasting using Data Mining Technique

อรรณพ กางกั้น
Unnop Kangkan

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม
Faculty of Information Technology, Siam University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ 1) การถดถอยเชิงเส้น 2) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น และ 3) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย ข้อมูลที่นำมาใช้ศึกษาเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการกำหนดปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย ได้แก่ ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ ปริมาณเงินกู้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ และปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2564 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการแบ่งชุดข้อมูล 10 ชุดสำหรับสร้างแบบจำลอง และชุดข้อมูล 1 ชุด สำหรับทดสอบแบบจำลอง จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ ที่มีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลในปี 2564 พบว่า แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น มีประสิทธิภาพโดยรวมสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 2.54% รองลงมาคือ แบบจำลองซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 3.62%

คำสำคัญ: การพยากรณ์ ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ เทคนิควิธีเหมืองข้อมูล

Abstract

The purposes of this research were to develop and compare the effectiveness of the model of forecasting the amount of credit of the commercial banks in Thailand using the data mining techniques by 3 methods, as follows; 1) Linear Regression, 2) Multi-Layer Perceptron and 3) Support Vector Machine for Regression. The data used for this research is related to all factors used for identifying the amount of credit of the commercial banks in Thailand i.e. the amount of deposit of the commercial banks, minimum loan rate, non-performing loan and the amount of credit of the commercial banks in Thailand. The data is from 1 January 2011 to 31 December 2021 and divided into 10 data sets for model creation and 1 data set for model testing. The comparison of the effectiveness for the model of forecasting the amount of credit of the commercial banks that suitable for testing data in 2021 found that the Linear Regression was the highest performance model for forecasting at 2.54% of MMRE and the Support Vector Machine for Regression was at 3.62% of MMRE subsequently.

Keywords: Forecasting, Commercial Bank Credit Amount, Data Mining Technique

1. บทนำ

สถาบันการเงินมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจการเงินของประเทศ ธนาคารพาณิชย์จัดเป็นสถาบันทางการเงินที่ทำหน้าที่ในการระดมเงินฝากและให้กู้ยืมเงินแก่ภาคครัวเรือน และภาคธุรกิจในรูปแบบของสินเชื่อ ซึ่งรายได้หลักของธนาคารพาณิชย์ มาจากสามช่องทาง ประกอบด้วย ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าธรรมเนียมต่างๆ และจากการลงทุนของธนาคาร ดังนั้นปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริหารจะต้องให้ความสนใจ

การพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับสภาพคล่องของธนาคารพาณิชย์ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ เลือกเทคนิคที่เหมาะสม และพัฒนาแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย เพื่อช่วยให้ธนาคารพาณิชย์ทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน สามารถนำไปใช้คาดการณ์ปริมาณสินเชื่อได้ล่วงหน้า เพื่อการวางแผนตัดสินใจ กำหนดนโยบายบริหารจัดการสินเชื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย (Support Vector Machine for Regression) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยศึกษาจากข้อมูลของปัจจัยกำหนดปริมาณสินเชื่อ และปริมาณสินเชื่อที่มีการรวบรวมไว้ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2564

เหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นการกระทำกับข้อมูล (Data) โดยการขุดค้น (Mining) เป็นกระบวนการจำแนกสิ่งที่ต้องการสิ่งต่างจากเดิม สิ่งที่มีประโยชน์ เป็นการค้นหาสารสนเทศที่มีค่าจากข้อมูลขนาดใหญ่ โดยวิธีการอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ ทำให้เข้าใจในรูปแบบ (Pattern) และกฎเกณฑ์ (Rule) ของข้อมูล (Pyle, 2003)

การวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) เป็นการประมาณการตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในการกำหนดค่าตัวแปรตามที่เป็นไปได้มากที่สุด ลักษณะของสมการ Linear Regression จะแสดงค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามในรูปแบบของข้อมูลเชิงปริมาณ รูปแบบทั่วไปของสมการมีดังนี้ (Tryfos, 1998)

$$Y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + \dots \quad (1)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม และ x_1 , x_2 , x_3 คือ ตัวแปรอิสระ

โครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) เป็นการจำลองจากระบบโครงข่ายประสาทของสมองมนุษย์ที่มีจุดเชื่อมต่อเซลล์ประสาทในการแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นพันล้านจุด โดยจะมีโครงสร้างหลายชั้น แบ่งเป็นชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) แต่ละชั้นประกอบด้วยโหนด (Node) และเส้นเชื่อมโยงแต่ละโหนด (Olson & Shi, 2007) โดยชั้นข้อมูลเข้าจะมี 1 ชั้น และสร้างโหนดตามจำนวนแอตทริบิวต์ของข้อมูล และส่งค่าของโหนดกับค่าน้ำหนักไปตามเส้นเชื่อมโยงเข้าสู่ชั้นซ่อน (อาจมีได้หลายชั้น) ภายในชั้นซ่อนจะมีการคำนวณค่าผลรวมจากค่าโหนดคูณน้ำหนักในแต่ละเส้นเชื่อม สุดท้ายจะคำนวณค่าส่งออกโดยใช้ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) แล้วส่งไปยังชั้นผลลัพธ์ที่มี 1 ชั้น (Michalski, Bratko, & Kubat, 1999)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) เป็นเทคนิคในการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อการจำแนกข้อมูล โดยหาขอบเขตที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งข้อมูล (Pyle, 2003) ระบายจะอยู่กึ่งกลางระหว่างแนวขอบของข้อมูลทั้ง 2 ฝ่าย ข้อมูลที่อยู่ใกล้ระบายมากที่สุดจะเป็นซัพพอร์ตเวกเตอร์ที่ใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลแต่ละส่วน โดยตำแหน่งของซัพพอร์ตเวกเตอร์ในข้อมูลแต่ละส่วนจะเป็นแนวขอบของระบาย ซึ่งจะต้องไม่มีข้อมูลเกินออกมาจากแนวขอบของระบายทั้ง 2 ฝ่าย

จากวิทยานิพนธ์ของ พิมพ์ภักษ์ พัฒนชัย (2559) เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเงินกู้ยืมของธนาคารพาณิชย์ไทย พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเงินกู้ยืมของธนาคารพาณิชย์มากที่สุดคือ อัตราส่วนของปริมาณสินเชื่อต่อปริมาณเงินฝาก โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน และวิทยานิพนธ์ของสุนันทา พรหมมาศ (2559) เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยสินเชื่อของธนาคารไทย

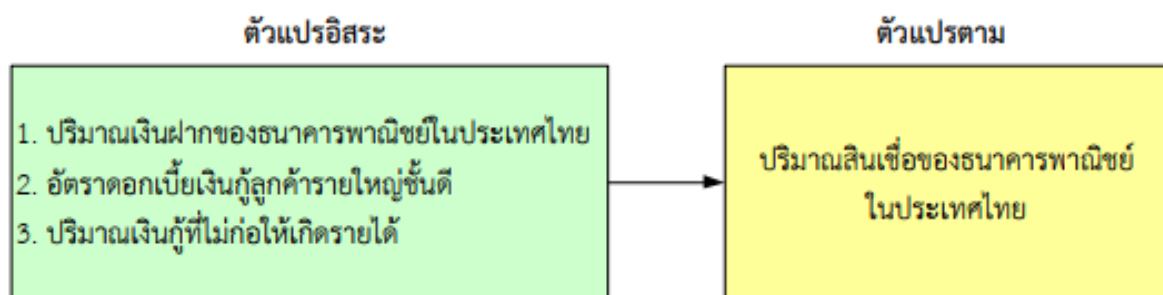
พาณิชย์ จำกัด (มหาชน) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสินเชื่อรวมในทิศทางเดียวกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 คือ ปริมาณเงินฝากรวม ซึ่งมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ซึ่งไม่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปัจจัยที่มีผลในทางตรงข้ามที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 คือ ปริมาณสินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ ซึ่งมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ จากรายงานวิจัยของ นครินทร์ ภูมิตะ และ ศิริขวัญ เจริญวิริยะกุล (2563) เรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงเทพ ธนาคารกรุงไทย และธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) พบว่า ปริมาณเงินฝาก และอัตราดอกเบี้ยเงินให้สินเชื่อมีผลกระทบในเชิงบวกต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อ ในขณะที่ปริมาณสินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้มีผลกระทบเชิงลบต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อทั้งสามธนาคาร และรายงานวิจัยของ เจนจิรา ช่วยคงมา และอภิชาติ พงศ์สุพัฒน์ (2564) เรื่อง ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อภาคธุรกิจของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อภาคธุรกิจของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คือ ดัชนีราคาผู้บริโภค และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน แต่สำหรับอัตราส่วนสินเชื่อจัดชั้นด้อยคุณภาพ และอัตราส่วนเงินให้สินเชื่อต่อเงินรับฝากมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย ด้วยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ ประกอบด้วย ปริมาณเงินฝาก อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี และ ปริมาณเงินกู้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ ผู้วิจัยจึงนำมาพัฒนาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่องการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล มีตัวแปรอิสระ คือ ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ปริมาณเงินกู้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ และตัวแปรตาม คือ ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่องการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล

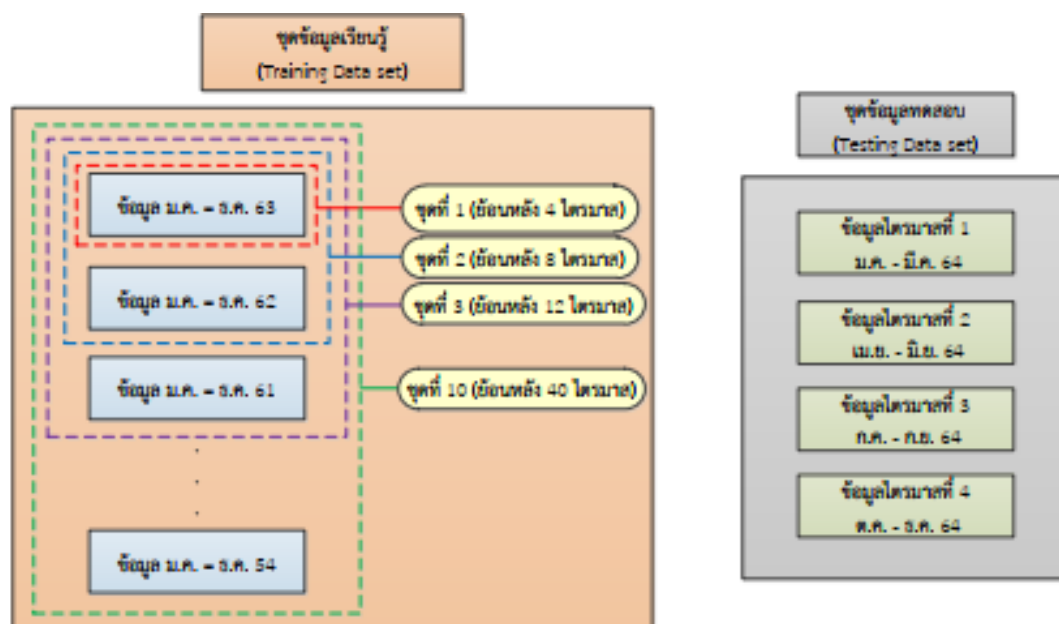
ในการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนที่เกี่ยวข้องแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับปัจจัยดังกล่าวซึ่งเป็นข้อมูลรายไตรมาส โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2564 จากเว็บไซต์ที่เผยแพร่ของธนาคารแห่งประเทศไทย (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2565) ประกอบด้วย ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ปริมาณเงินกู้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ และปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย สำหรับรายละเอียดของปัจจัยแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย

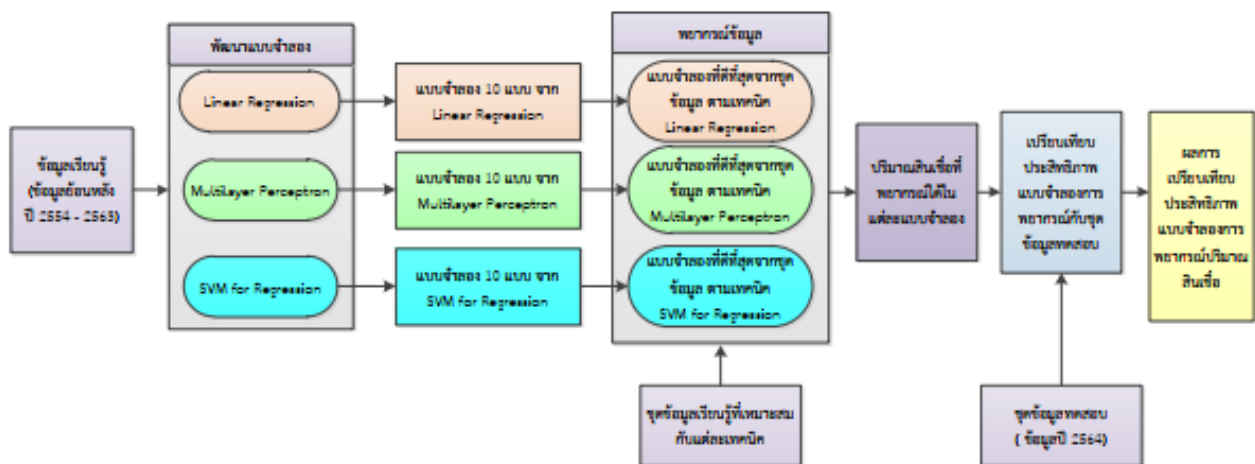
ลำดับ	ปัจจัย	ชื่อย่อ	ค่าตัวแปร	หน่วย	รายละเอียด
1	Deposit	DEP	ตัวเลข	ล้านบาท	ปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย
2	Minimum Loan Rate	MLR	ตัวเลข	ร้อยละ	อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี
3	Non-Performing Loan	NPL	ตัวเลข	ล้านบาท	ปริมาณเงินกู้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้
4	Credit	CDT	ตัวเลข	ล้านบาท	ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน (ดังภาพที่ 2) ได้แก่ ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) เป็นชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2563 และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data set) ใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม 2564 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิควิธีเหมือนข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ การเตรียมข้อมูลเพื่อนำเข้าสู่อัลกอริธึมในการสร้างแบบจำลองนั้น ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสเปรดชีตในการจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลชนิด CSV โดยได้จัดกลุ่มชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) แบบข้อมูลย้อนหลัง (Lagged Data) ซึ่งมีชุดข้อมูลทั้งหมด 10 กลุ่ม ได้แก่ ชุดย้อนหลัง 4 ไตรมาส (ม.ค. - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 8 ไตรมาส (ม.ค. 62 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 12 ไตรมาส (ม.ค. 61 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 16 ไตรมาส (ม.ค. 60 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 20 ไตรมาส (ม.ค. 59 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 24 ไตรมาส (ม.ค. 58 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 28 ไตรมาส (ม.ค. 57 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 32 ไตรมาส (ม.ค. 56 - ธ.ค. 63) ชุดย้อนหลัง 36 ไตรมาส (ม.ค. 55 - ธ.ค. 63) และชุดย้อนหลัง 40 ไตรมาส (ม.ค. 54 - ธ.ค. 63) ในการป้อนเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูลทั้ง 3 แบบ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาชุดข้อมูลย้อนหลังที่มีความเหมาะสมในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อ โดยแบบจำลองที่ได้จะถูกนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data set) คือชุดข้อมูล 4 ไตรมาส (ม.ค. - ธ.ค. 64) และนำเสนอค่าความคลาดเคลื่อนในรูปแบบของข้อมูลรายไตรมาส



ภาพที่ 2 ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data set)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อใช้เทคนิคเหมือนข้อมูล 3 แบบ ได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย (Vector Machine for Regression) โดยนำแบบจำลองที่ได้จากเทคนิคแต่ละแบบมาทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ซึ่งในการวิจัยนี้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์เพื่อหาชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับเทคนิควิธีเหมือนข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค โดยใช้การวัดค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error : MAE) และค่ารากของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) 2) การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data set) โดยประมาณการความแม่นยำในการพยากรณ์จากค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Magnitude of Relative Error : MRE) และใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Mean Magnitude of Relative Error : MMRE) ในการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมของแบบจำลอง ดังกระบวนการตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการพัฒนาแบบจำลองและการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ ด้วยโปรแกรม WEKA Version 3.9.6 โดยใช้เทคนิควิธีเหมือนข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค กับชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data set) ตามขั้นตอนการวิจัย ผลการทดสอบอธิบายได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์เพื่อหาชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพ จากเทคนิควิธีเหมือนข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค และเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนด้วยการวัดค่า MAE และ RMSE ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์โดยชุดข้อมูลเรียนรู้

ชุดข้อมูลย้อนหลัง	Linear Regression		Multilayer Perceptron		SMOreg	
	MAE	RMSE	MAE	RMSE	MAE	RMSE
4 ไตรมาส	1,127,367.83	1,337,213.63	1,266,851.73	1,564,992.72	2,406,653.03	4,358,101.11
8 ไตรมาส	252,755.26	348,729.61	324,531.22	385,871.30	188,882.16	312,018.43
12 ไตรมาส	307,343.61	368,213.50	307,114.66	384,507.15	277,102.27	350,881.87
16 ไตรมาส	423,180.51	563,590.18	361,344.65	439,179.89	406,037.00	571,509.26
20 ไตรมาส	462,552.59	539,225.35	505,940.58	591,336.13	542,310.50	610,162.52

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์โดยชุดข้อมูลเรียนรู้ (ต่อ)

ชุดข้อมูลย้อนหลัง	Linear Regression		Multilayer Perceptron		SMOreg	
	MAE	RMSE	MAE	RMSE	MAE	RMSE
24 ไตรมาส	427,234.20	514,659.63	324,100.33	404,587.37	421,186.63	531,859.92
28 ไตรมาส	440,588.57	525,030.08	327,151.11	408,399.48	459,795.82	570,390.80
32 ไตรมาส	377,007.03	470,339.68	393,169.40	455,189.99	453,433.84	534,960.75
36 ไตรมาส	421,648.54	526,601.31	489,290.39	593,476.97	511,853.19	613,694.13
40 ไตรมาส	459,722.83	561,316.36	526,060.01	624,389.61	482,247.47	601,454.63

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินค้าโดยใช้ชุดข้อมูลเรียนรู้จากเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย (Support Vector Machine for Regression) เมื่อพิจารณาค่า MAE และค่า RMSE เป็นดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองที่ดีที่สุด พบว่าการใช้ชุดข้อมูลย้อนหลัง 8 ไตรมาสมีความเหมาะสมกับเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย โดยมีค่า MAE ต่ำสุดเท่ากับ 252,755.26 และค่า RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 348,729.61 ชุดข้อมูลย้อนหลัง 12 ไตรมาสมีความเหมาะสมกับเทคนิคแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น มีค่า MAE ต่ำสุดเท่ากับ 307,114.66 และค่า RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 384,507.15 ชุดข้อมูลย้อนหลัง 8 ไตรมาสมีความเหมาะสมกับเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย มีค่า MAE ต่ำสุดเท่ากับ 188,882.16 และค่า RMSE ต่ำสุดเท่ากับ 312,018.43 จากผลการทดลองผู้วิจัยจึงเลือกชุดข้อมูล และเทคนิควิธีเหมืองข้อมูลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ปริมาณสินค้ากับชุดข้อมูลทดสอบ

2. การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองกับชุดข้อมูลทดสอบ จากการนำแบบจำลองการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ แล้วใช้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Magnitude of Relative Error : MRE) ชี้วัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์รายไตรมาส และใช้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Mean Magnitude of Relative Error : MMRE) ในการทดสอบประสิทธิภาพโดยรวมของแบบจำลอง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินค้าของธนาคารพาณิชย์ในแต่ละไตรมาส

ชุดข้อมูล ทดสอบ ปี 2564 ไตรมาส	Linear Regression			Multilayer Perceptron		SMOreg	
	ข้อมูลย้อนหลัง			ข้อมูลย้อนหลัง		ข้อมูลย้อนหลัง	
	8 ไตรมาส			12 ไตรมาส		8 ไตรมาส	
	ค่าจริง (ล้านบาท)	ค่าพยากรณ์ (ล้านบาท)	MRE	ค่าพยากรณ์ (ล้านบาท)	MRE	ค่าพยากรณ์ (ล้านบาท)	MRE
ม.ค. - มี.ค.	51,554,705	50,440,012	0.0216	50,048,820	0.0292	50,240,156	0.0255
เม.ย. - มิ.ย.	52,847,100	51,190,846	0.0313	50,098,850	0.0520	50,723,645	0.0402
ก.ค. - ก.ย.	52,577,464	51,288,144	0.0245	50,103,863	0.0470	50,782,845	0.0341
ต.ค. - ธ.ค.	53,298,400	52,003,247	0.0243	50,117,677	0.0597	50,904,445	0.0449
MMRE			2.54%		4.70%		3.62%

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อในแต่ละไตรมาส โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลทดสอบ 4 ไตรมาส พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย มีประสิทธิภาพโดยรวมสูงสุดพิจารณาจากค่า MMRE เท่ากับ 2.54% รองลงมาคือ การพยากรณ์ด้วยแบบจำลองจากเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย มีค่า MMRE เท่ากับ 3.62% และเมื่อพิจารณาการพยากรณ์ในแต่ละไตรมาสพบว่าเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอย มีประสิทธิภาพสูงสุดในไตรมาสที่ 1 (ม.ค. – มี.ค. 64) ค่า MRE เท่ากับ 0.0216 รองลงมาคือในไตรมาสที่ 4 (ต.ค. – ธ.ค. 64) มีค่า MRE เท่ากับ 0.0243

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทยด้วยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ 1) การถดถอยเชิงเส้น 2) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น และ 3) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย โดยชุดข้อมูลที่นำมาใช้ศึกษาเป็นข้อมูลรายไตรมาส ประกอบด้วยปริมาณเงินฝากของธนาคารพาณิชย์ อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ลูกค้ารายใหญ่ชั้นดี ปริมาณเงินกู้ที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ และปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2554 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2564 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Data set) เป็นชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อ และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data set) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล

จากผลการทดลองพบว่าชุดข้อมูลย้อนหลัง 8 และ 12 ไตรมาสมีความเหมาะสมในการใช้เป็นชุดข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์ และเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลองกับชุดข้อมูลทดสอบในปี 2564 พบว่าแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงสุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 2.54% รองลงมาคือแบบจำลองจากเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์เท่ากับ 3.62%

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการใช้ข้อมูลย้อนหลังในการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อมีความเหมาะสมอยู่ในช่วง 8 และ 12 ไตรมาส ซึ่งอาจจะสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาแบบจำลองไม่ได้ขึ้นกับปริมาณข้อมูล แต่อาจจะขึ้นกับความสอดคล้องของข้อมูลกับเทคนิควิธีที่เลือกใช้ในการพยากรณ์ และจากการเปรียบเทียบเทคนิคการเลือกใช้แบบจำลองในการพยากรณ์ แสดงให้เห็นว่าการใช้แบบจำลองด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น มีความผิดพลาดสูงที่สุดโดยค่า MMRE เท่ากับ 4.70% แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นจึงขึ้นกับผู้ใช้งานที่จะกำหนดเกณฑ์ความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้

จากการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ โดยเทคนิควิธีเหมืองข้อมูล สามารถสรุปข้อเสนอแนะได้ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณสินเชื่อของธนาคารพาณิชย์ จึงสามารถปรับเปลี่ยนปัจจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนาแบบจำลองในการพยากรณ์ได้
 1. การพยากรณ์อาจใช้เทคนิคอื่นเพิ่มเติม ที่มีการพิจารณาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องเหล่านี้เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้แบบจำลองที่มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์มากขึ้น
 2. การนำแบบจำลองการพยากรณ์ที่ได้ไปใช้พัฒนาร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ เพื่อให้สามารถรับข้อมูลที่เป็นปัจจัยในการพยากรณ์ได้ จะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพ และความคล่องตัวในการใช้ผลของการพยากรณ์ได้มากขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

เจนจิรา ช่วยคงมา และอภิชาติ พงศ์สุพัฒน์. (2564). *ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อภาคธุรกิจของธนาคารพาณิชย์ในประเทศไทย* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2565). *สถิติเงินรับฝาก สินเชื่อ และเงินกู้ยืม*. สืบค้น 3 พฤษภาคม 2565, จาก

<https://www.bot.or.th/Thai/Statistics/FinancialInstitutions/Pages/StatDepositsAndLoans.aspx>

- นครินทร์ ภูมิตะ และ ศิริขวัญ เจริญวิริยะกุล. (2563). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณเงินให้สินเชื่อของธนาคารกรุงเทพ ธนาคารกรุงไทย และธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) (รายงานผลการวิจัย). ชลบุรี: คณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมพ์ลักษณ์ พัฒนชัย. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณเงินกู้ยืมของธนาคารพาณิชย์ไทย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- สุนันทา พรหมมาศ. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อยสินเชื่อของธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- Michalski, R. S., Bratko, I., & Kubat, M. (1999). *Machine learning and data mining methods and applications*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Olson, D., & Shi, Y. (2007). *Introduction to business data mining*. Singapore: McGraw-Hill.
- Pyle, D. (2003). *Business modeling and data mining*. USA: Morgan Kaufmann.
- Tryfos, P. (1998). *Methods for business analysis and forecasting : text and cases*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

การสกัดเบต้าแคโรทีนจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน Beta-carotene Extraction from Oil Palm Kernel Meal

อรจิรา อารักษ์สกุลวงศ์¹ และ บุญยรัศม์ สุขเขียว^{2*}
Ornjira Aruksakunwong¹ and Boonyaras Sookkheo^{2*}

^{1, 2}ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี

^{1, 2}Department of Chemistry, Faculty of Science, Rangsit University, Patumthani

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการสกัดสารเบต้าแคโรทีนจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน จากการตรวจสอบด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (TLC) พบว่าตัวทำละลายทั้งสองชนิดสามารถสกัดสารเบต้าแคโรทีนได้ดีมาก และเมื่อนำส่วนของสารที่สกัดได้ไปทำการแยกน้ำมันออกโดยวิธีการทำให้เย็น พบว่าที่อุณหภูมิต่ำกว่า -5 องศาเซลเซียส สามารถแยกน้ำมันออกจากสารสกัดได้ดีขึ้น อีกทั้งเมื่อนำไปทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ทำให้ได้สารเบต้าแคโรทีนที่มีค่า R_f ตรงกับสารมาตรฐาน นอกจากนี้ผลวิเคราะห์ปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนส์ลิควิด โครมาโทกราฟี (HPLC) พบว่าได้สารเบต้าแคโรทีนในปริมาณ 18.97 ± 1.70 และ 11.41 ± 0.25 mg/kg ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันแห้ง ตามลำดับ

คำสำคัญ: เบต้าแคโรทีน กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

Abstract

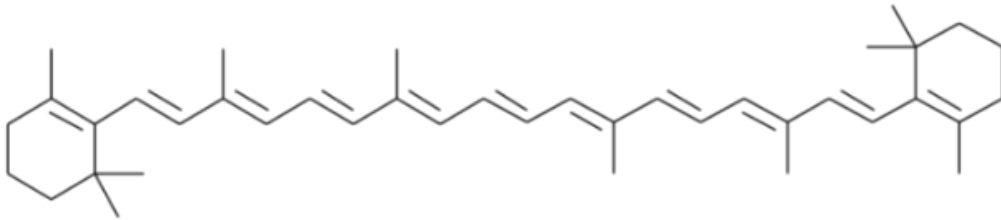
In this study, oil palm kernel meal was utilized as a feedstock for the extraction of beta-carotene using two kinds of solvents such as hexane and dichloromethane. From testing by thin layer chromatography (TLC) technique, hexane and dichloromethane exhibited well results for beta -carotene extraction, Thereafter, the oil containing in obtained extract was easily separated by cooling method at lower temperature of -5 °C. Moreover, when sample was further carried out via saponification reaction, resulting in R_f value accorded to beta-carotene standard. The quantitative analysis of beta-carotene was determined by High-performance liquid chromatography (HPLC). The results were found that beta-carotene amounts extracted from hexane and dichloromethane were 18.97 ± 1.70 and 11.41 ± 0.25 mg/kg of oil palm kernel meal, respectively

Keywords: beta carotene, oil palm kernel meal

* Corresponding author: boonyaras.s@rsu.ac.th

1. บทนำ

เบต้าแคโรทีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ ประเภทไฮโดรคาร์บอน กลุ่มเทอร์พีนอยด์ (ไอโซพรีนอยด์) มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นเตตระเทอร์พีน มีโครงสร้างหลักเป็นสายไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง มีหน่วยย่อยคือไอโซพรีนจำนวน 8 หน่วย สูตรโมเลกุลคือ $C_{40}H_{56}$ จุดหลอมเหลวที่ $180-182\text{ }^{\circ}\text{C}$ มีโครงสร้างที่มีวงแหวนในตำแหน่งปลายของโมเลกุลดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของเบต้าแคโรทีน

เบต้าแคโรทีนเป็นสารธรรมชาติที่สามารถพบได้ในผักและผลไม้ที่มีสีส้ม สีเหลือง และสีเขียว เช่น ผักหวาน ผักตำลึง ผักกวางตุ้ง ผักบุ้งจีน บล็อกโคลี่ แครอท ฟักทอง หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดอ่อน มะม่วง มะละกอ มะเขือเทศ และแตงไท เป็นต้น ซึ่งสารเบต้าแคโรทีนเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญ และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น 1.) ช่วยบำรุงสุขภาพของดวงตา เพราะเมื่อเบต้าแคโรทีนโดนย่อยสลายที่ตับแล้วจะได้วิตามินเอ ซึ่งร่างกายนำไปใช้สร้างสารโรดอปซินในดวงตา ส่วนเรตินาทำให้ตามีความสามารถในการมองเห็นในตอนกลางคืนได้ และยังลดความเสี่ยงของเซลล์ของลูกตา ลดความเสี่ยงต่อการเป็นต้อกระจกด้วย 2.) ช่วยชะลอวัย และดูแลรักษาผิวพรรณ เพราะเบต้าแคโรทีนให้ผลในการลดความเสี่ยงของเซลล์จากอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดกระบวนการ ผิวเริ่มเหี่ยวย่น ไม่ผ่องใส 3.) ให้ผลกระตุ้นเซลล์ภูมิคุ้มกันในร่างกายที่ชื่อ ที-เฮลเปอร์ ให้ทำงานด้านสิ่งแปลกปลอมได้ดีขึ้น ให้ผลดีกับผู้ที่มีความเสี่ยงต่อมะเร็ง (เลเซอร์วิชั่น, 2558)

นอกจากพบสารเบต้าแคโรทีนในผักและผลไม้ดังกล่าวแล้ว ยังมีรายงานการศึกษาสารปริมาณเบต้าแคโรทีนในผลปาล์มน้ำมัน เช่น Budiyanto, B., Silsia, D., Efendi, Z., Janika, R. (2010 หน้า 75-79) ที่ได้ศึกษาการสลายตัวของสารแคโรทีนอยด์จากปาล์มน้ำมันเมื่อใช้ความร้อนสูง หรือ Sirinapha Khongcharean (2014 หน้า 375-381) ได้ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีนในผลปาล์มน้ำมันสดจากจังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย เป็นต้น อีกทั้งไร่บุญตะวัน จังหวัดกาญจนบุรี ที่อยู่ในความรับผิดชอบของสถาบันบ่มเพาะและส่งเสริมเกษตรของมหาวิทยาลัยรังสิต ได้มีผลผลิตทางการเกษตรได้แก่ปาล์มน้ำมันสายพันธุ์เทอร์รา ที่มีสีเหลืองแดงสด และเมื่อนำไปบีบน้ำมันแล้วจะมีวัสดุเหลือใช้คือกากของเมล็ดปาล์มเป็นจำนวนมาก ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (oil palm kernel meal) เป็นส่วนเหลือจากการที่บีบน้ำมันส่วนเนื้อในเมล็ดปาล์ม โดยจะมีโปรตีนสูงประมาณ 10-20% คาร์โบไฮเดรตประมาณ 40-50% เยื่อใยประมาณ 20-27% และมีไขมันประมาณ 10% ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าส่วนกากปาล์มน้ำมัน (Oil palm) ที่เป็นส่วนเหลือจากการบีบน้ำมันผลปาล์มทั้งผล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างมูลค่าเพิ่มจากกากของเมล็ดปาล์มที่ผ่านการบีบน้ำมันออกแล้ว จากไร่บุญตะวัน จังหวัดกาญจนบุรี ของมหาวิทยาลัยรังสิต โดยหาปริมาณเบตาแคโรทีนในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม เพื่อนำไปประยุกต์ทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสกัดเบต้าแคโรทีนในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

3.1.1 การเตรียมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

นำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มจากไร่บุญตะวัน จังหวัดกาญจนบุรี ของมหาวิทยาลัยรังสิต มาบดและอบไล่ความชื้น ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และนำกากปาล์มที่ได้เก็บไว้ในโถสุญญากาศ

3.1.2 การศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสม

ชั่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ผ่านการอบไล่ความชื้น ปริมาณ 50 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร ใส่ตัวทำละลาย ทั้ง 2 ชนิด คือ เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ลงในขวดรูปชมพู่ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยทำการทดลองตัวทำละลายชนิดละ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง กรองสารละลายด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออก เก็บส่วน crude ที่ได้เพื่อนำไปทดลองต่อ และนำไปทดสอบ ด้วยวิธี Thin-layer chromatography (TLC) โดยใช้ตัวทำละลาย 1:9 Acetone : Hexane เป็นเฟสเคลื่อนที่

3.2 การแยกน้ำมันออกจากสารสกัด

3.2.1 การแยกน้ำมันโดยอุณหภูมิต่ำ

ทดสอบการแข็งตัวของสารตัวอย่างเบต้าแคโรทีน ที่สกัดได้จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ละลายในตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด โดยการแช่ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ 10, 5, 0, -5, -10 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะเกิดการแยกชั้นและมีชั้นไขมันแข็งตัวอยู่ด้านล่างให้รินแยก (decantation) และนำส่วนของสารละลายไประเหยตัวทำละลายออก และเก็บส่วน crude ที่ได้เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันต่อไป (พัชรินทร์ ระวีวัน, สรศักดิ์ เหลียวไชยพันธ์, ดวงสมร ลิ้มปิติ และประมวล ศรีกาหลง. 2548 หน้า 32-33)

3.2.2 การทำสะปอนนิฟิเคชัน (Saponification)

นำสารสกัด crude ที่ได้มาเติมสารละลาย Ethanolic potassium hydroxide ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งจะเกิดการแยกชั้น จากนั้นนำสารที่ได้ใส่ลงในกรวยแยก เติมน้ำ diethyl ether ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ได้ และแยกส่วนที่เป็นตะกอนด้านล่างทิ้งไป กำจัดน้ำที่ตกค้างด้วยการเติม anhydrous sodium sulphate และนำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายออก

3.3 การวิเคราะห์เบต้าแคโรทีนด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography

เตรียมเฟสเคลื่อนที่ โดยใช้ Ultra-pure water และ acetone นำสารทั้งสองชนิดไปกรองด้วย Millipore filter 0.45 µm หลังจากนั้นนำไปไล่ฟองอากาศด้วยเครื่อง sonicator เป็นเวลา 30 นาที หรือจนกระทั่งฟองอากาศหมด ในขณะเดียวกันสร้าง gradient program โดยใช้สภาวะที่เหมาะสม และหาค่าเวลาที่คงอยู่ (retention time) ของสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน

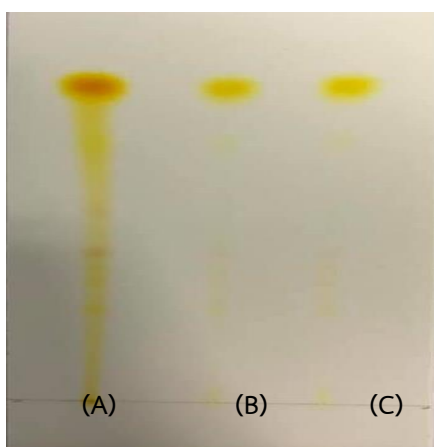
เตรียมกราฟมาตรฐานเบต้าแคโรทีน โดยเตรียมสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ให้ได้ความเข้มข้น 0.5, 1, 2.5, 5 และ 10 mg/L จากสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน 100.00 mg/L โดยมี Ultra-pure water และ acetone เป็นเฟสเคลื่อนที่ ตามสภาวะข้างต้น แล้วบันทึกค่าพื้นที่ใต้พีค (peak area) และนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานเทียบระหว่างความเข้มข้นและพื้นที่ใต้พีคที่วัดได้ และนำสารตัวอย่างเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้ของแต่ละตัวทำละลาย ฉีดเข้าเครื่อง HPLC โดยมี Ultra-pure water และ acetone เป็นเฟสเคลื่อนที่ ตามสภาวะข้างต้น นำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อคำนวณหาปริมาณเบต้าแคโรทีนต่อไป (พัชรินทร์ ระวีวัน, 2552 หน้า 131-132)

4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.1 ผลการสกัดเบต้าแคโรทีนในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

จากการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ผ่านการบีบน้ำมันออก มาแช่ในตัวทำละลาย 2 ชนิด คือ เฮกเซน และ ไดคลอโรมีเทน แล้วนำสารที่สกัดได้ไปกรอง และระเหยแห้ง เพื่อนำมาทดสอบสารที่สกัดได้ด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (TLC) โดยใช้ 1:9 acetone : hexane เป็นเฟสเคลื่อนที่ได้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2

จากการทดลองพบว่ากากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีระยะทางที่สารเคลื่อนที่ตรงกับระยะทางของเบต้าแคโรทีนมาตรฐาน ซึ่งตรงตามทฤษฎีเนื่องจากสารกลุ่มแคโรทีนอยจะเป็นสารกลุ่มไม่มีขั้วจึงสามารถที่จะละลายได้ดีในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้วหรือมีขั้วต่ำ (Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G. and Biacs, P.A., 1997 หน้า 207-212)



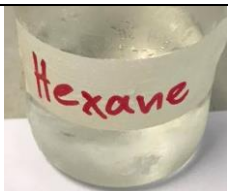
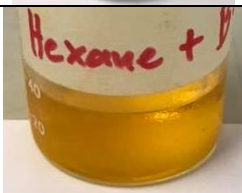
ภาพที่ 2 แสดงโครมาโทกราฟีของสารสกัดจากตัวทำละลายต่างชนิดกัน

เมื่อ (A) คือเบต้าแคโรทีนมาตรฐาน (B) คือสารสกัดจากเฮกเซน (C) คือสารสกัดจากไดคลอโรมีเทน

4.2 ผลการแยกน้ำมันออกจากสารสกัด

นำสารละลายที่สกัดออกมาได้ ในตัวทำละลายนำไปกำจัดไขมันออกโดยใช้วิธีการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 10, 5, 0, -5 และ -10 °C พบว่าน้ำมันเกิดการแข็งตัวแยกออกจากชั้นเฮกเซนที่อุณหภูมิตั้งแต่ -5 °C ลงไป จึงนำค่าอุณหภูมิที่ -5 °C มาศึกษาเป็นอุณหภูมินี้ทำให้สารละลายเกิดการแยกตัวออกจากชั้นไขมันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแยกของน้ำมัน ออกจากสารละลายแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ -5 °C

ตัวอย่าง	ผลการทดลอง	รูปการทดลอง
เฮกเซน	ไม่เกิดการแข็งตัว	
เฮกเซน ผสมสารเบต้าแคโรทีน	ไม่เกิดการแยกชั้น	

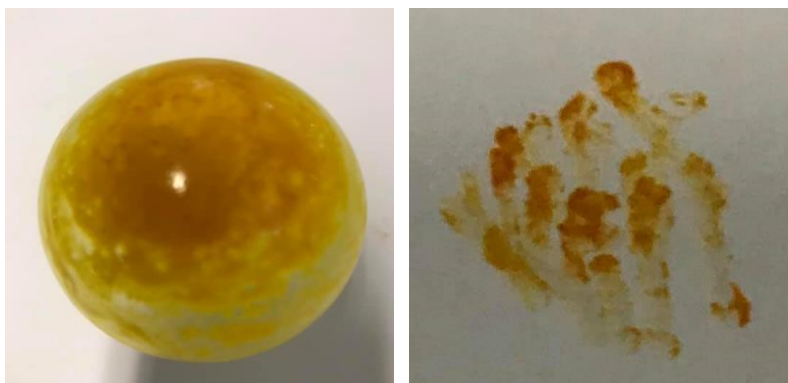
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการแยกของน้ำมัน ออกจากสารละลายแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ -5°C (ต่อ)

ตัวอย่าง	ผลการทดลอง	รูปการทดลอง
เฮกเซน ผสม สารละลายที่สกัดได้ จากเปลือกปาล์มน้ำมัน	เกิดการแยกชั้นของน้ำมันเกิดขึ้น โดยน้ำมันเกิดการแข็งตัวอยู่ด้านล่าง	

จากผลการทดลองจะพบว่าเมื่อนำเฮกเซนซึ่งใช้เป็นตัวทำละลายไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C ไม่เกิดการแข็งตัว แต่เมื่อนำน้ำมันไปแช่จะเกิดการแข็งตัว และเมื่อทำการทดลองโดยการนำสารเบต้าแคโรทีนมาตรฐานไปผสมกับเฮกเซน แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ -5°C พบว่าสารไม่เกิดการแข็งตัว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเราสามารถแยกน้ำมันออกจากสารกลุ่ม แคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารไม่มีขั้วเหมือนกันได้ โดยวิธีการนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C จึงนำสารสกัดที่สกัดได้แล้วนำไประเหยแห้งแต่แห้งไม่สนิทเนื่องจากมีน้ำมันเป็นองค์ประกอบ มาละลายในตัวทำละลายเฮกเซน แล้วนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -5°C พบว่าเกิดการแยกชั้นของชั้นน้ำมัน และสารละลาย ดังแสดงในตารางที่ 1 จึงนำสารละลายส่วนบนไปทำขั้นตอน สปอนนิฟิเคชันต่อไป

ปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชัน เป็นปฏิกิริยาของลิพิด (lipid) เช่น ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ถูกสลายพันธะเอสเทอร์ด้วยด่าง เช่น โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จะได้กลีเซอรอลและเกลือของกรดไขมัน หรือสบู่ (soap) ที่เกิดขึ้น ดังนั้นเราสามารถกำจัดไขมันส่วนที่เหลือออกจากสารสกัดได้ด้วยการทำปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชัน

จากการทดลองพบว่าขั้นตอนการแยกไขมันออกด้วยวิธีการแช่เย็นที่อุณหภูมิ ต่ำกว่า -5°C เมื่อนำสารละลายส่วนบนไประเหยตัวทำละลายออกจะยังคงเหลือน้ำมันบางส่วน และเมื่อนำมาทำปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชันต่อ พบว่าสารที่ได้เกิดการแยกชั้นของสบู่เมื่อนำไปแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเมื่อนำมาแยกส่วนในกรวยแยก แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออก จะได้ของแข็งที่นำไปทดสอบสารเบต้าแคโรทีนต่อไป ดังแสดงดังภาพที่ 3

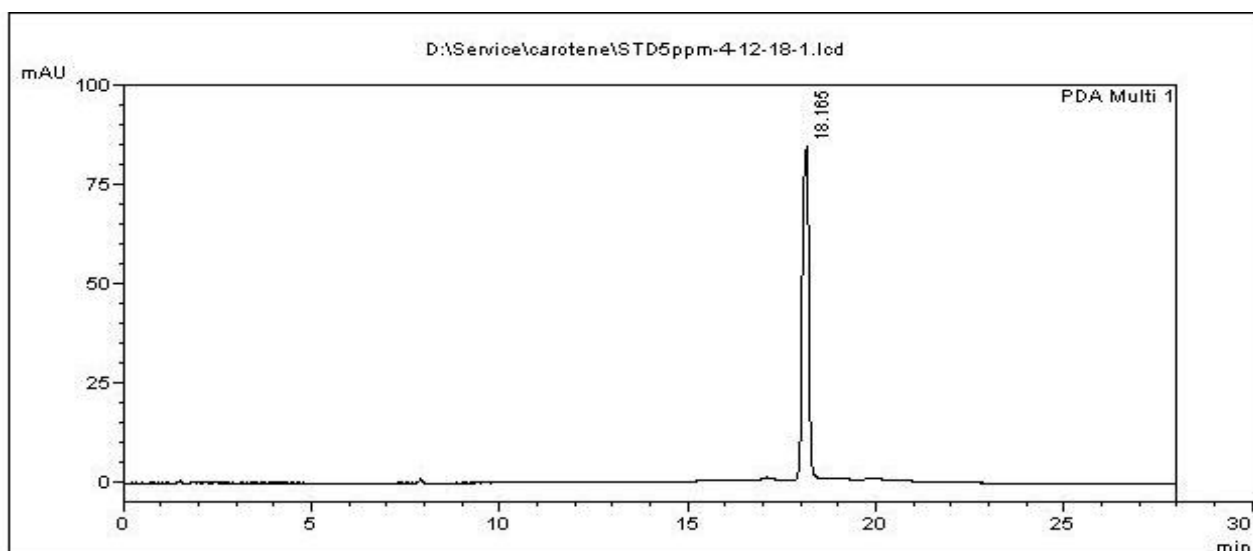


ภาพที่ 3 รูปแสดงสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเมื่อทำให้แห้ง

4.3 ผลการหาปริมาณเบต้าแคโรทีนด้วยเทคนิค HPLC

4.3.1 ผลการหาค่า Retention time ของสารมาตรฐาน เบต้าแคโรทีน

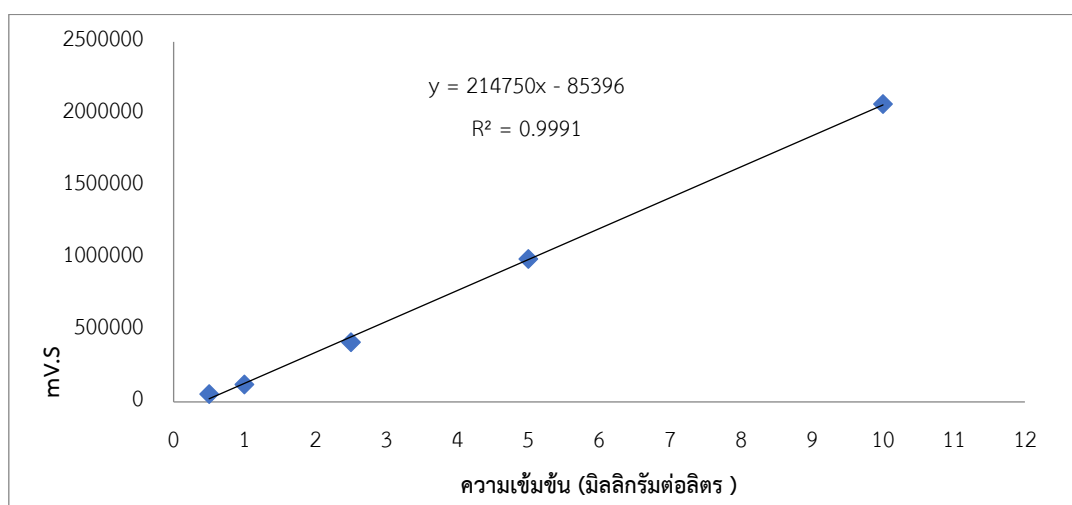
ทำการทดลองด้วยการตั้งสภาวะเครื่องแบบ gradient program โดยใช้ Ultra-pure water เป็นเฟสเคลื่อนที่ A และ Acetone เป็นเฟสเคลื่อนที่ B เมื่อฉีดสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ที่ความเข้มข้น 5 mg/L ปริมาตร $20\text{ }\mu\text{L}$ เข้าเครื่อง HPLC จะได้โครมาโทแกรมที่มีค่า Retention time ของสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ขึ้นที่เวลา 18.165 นาที ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน เข้มข้น 5 mg/L

4.3.2 ผลการสร้างกราฟมาตรฐานของสารเบต้าแคโรทีน

ทำการเตรียมและฉีดสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีนที่ความเข้มข้นแตกต่างกันคือ 0.5, 1, 2.5, 5 และ 10 mg/L ฉีดเข้าเครื่อง HPLC ปริมาตร 20 μ L นำค่าพื้นที่ใต้กราฟมาสร้างกราฟมาตรฐานเทียบกับความเข้มข้น ได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ 5

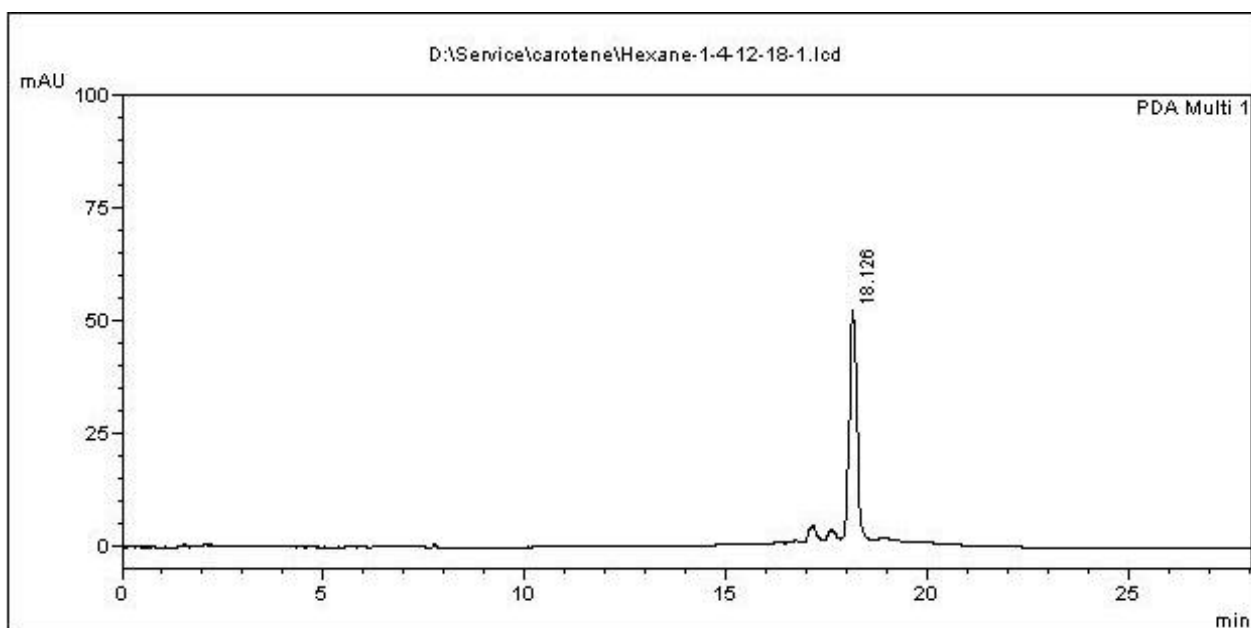


ภาพที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายเบต้าแคโรทีน

จากภาพที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายเบต้าแคโรทีน พบว่าได้สมการ $y = 214750x - 85396$ ค่า $R^2 = 0.9991$ สามารถนำสมการดังกล่าวไปหาค่าปริมาณเบต้าแคโรทีนในสารตัวอย่างต่อไป

4.3.3 ผลการคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนด้วยวิธี HPLC

ทำการฉีดสารตัวอย่างปริมาณ และสภาวะเดียวกันกับสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน พบว่า สารตัวอย่างจากเนื้อในเมล็ดปาล์มสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน มีค่า Retention time เท่ากับ 18.126 และ 18.076 นาที ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า Retention time มีค่า ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงโครมาโทแกรมของสารสกัดจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มด้วยเฮกเซน

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารเบต้าแคโรทีน ในสารตัวอย่างที่ใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน คือเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน พบว่าได้ปริมาณเบต้าแคโรทีนที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าปริมาณเบต้าแคโรทีน ของสารตัวอย่างที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างชนิดกัน

สารสกัดจาก ตัวทำละลาย	ครั้งที่	ปริมาณเบต้าแคโรทีน (mg/kg กากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง)	ปริมาณเบต้าแคโรทีนเฉลี่ย (mg/kg กากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง)
เฮกเซน	ครั้งที่ 1	20.41	18.97±1.70
	ครั้งที่ 2	17.10	
	ครั้งที่ 3	19.40	
ไดคลอโรมีเทน	ครั้งที่ 1	11.67	11.41±0.25
	ครั้งที่ 2	11.18	
	ครั้งที่ 3	11.37	

จากผลการทดลองหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดจากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิดคือ เฮกเซนและไดคลอโรมีเทน ด้วยเทคนิค HPLC สามารถคำนวณหาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เฉลี่ยเท่ากับ 18.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง และสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน เฉลี่ยเท่ากับ 11.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ผ่านกระบวนการบีบน้ำมัน มาทำการสกัดสารเบต้าแคโรทีน โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ 1.การสกัดด้วยตัวทำละลาย 2.การกำจัดน้ำมันออกและระเหยแห้ง และ 3.วิเคราะห์หาปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่าตัวทำละลายที่เหมาะสม คือ เฮกเซน และ ไดคลอโรมีเทน สามารถสกัดสารเบต้าแคโรทีนออกมาได้ และเมื่อนำสารละลายที่สกัดได้มาทำ

การกำจัดน้ำมันออก พบว่าวิธีการแช่เย็นที่อุณหภูมิ ตั้งแต่ -5 องศาเซลเซียสลงไป จะสามารถแยกน้ำมันออกจากสารละลายในตัวทำละลายได้ดี แต่ยังคงมีน้ำมันเหลืออยู่บ้าง และเมื่อทำปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ต่อจะสามารถกำจัดน้ำมันส่วนที่เหลือออกไปได้หมด จากนั้นเมื่อวิเคราะห์หาปริมาณของสารเบต้าแคโรทีนที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซน และไดคลอโรมีเทน ด้วยเทคนิค HPLC พบว่ามีปริมาณเบต้าแคโรทีน เท่ากับ 18.97 ± 1.70 และ 11.41 ± 0.25 mg/kg ของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มแห้ง ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันบ่มเพาะและส่งเสริมเกษตร มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ให้การอนุเคราะห์เปลือกปาล์มน้ำมัน และศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนับสนุนการใช้เครื่องมือ HPLC สำหรับการวิเคราะห์สาร

7. เอกสารอ้างอิง

- พัชรินทร์ ระวียัน. (2552) แคโรทีนอยด์และวิตามินอีจากปาล์มน้ำมัน. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *ประชาคมวิจัยฉบับที่ 82*. หน้า 131-132
- พัชรินทร์ ระวียัน, สรศักดิ์ เหลี้ยวไชยพันธ์, ดวงสมร ลิ้มปิติ และประมวล ศรีกาหลง. (2548). *การสกัดแคโรทีนอยด์จากน้ำมันปาล์มดิบโดยใช้ตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำเพื่อใช้เป็นสีผสมอาหาร*. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ
- เลเซอร์วิชั่น. (2558). *สารเบต้าแคโรทีน*. สืบค้นวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2562. จาก <https://www.laservisionthai.com/health-corner>
- Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G. and Biacs, P.A. (1997). Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food chemistry*. 207-212.
- Budiyanto, B., Silsia, D., Efendi, Z., Janika, R. (2010). Perubahan Kandungan B-Karoten, Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida Minyak Sawit Merah Selama Pemanasan. *Agritech*, 30(2), 75-79.
- Sirinapha Khongcharean. (2014) Rapid assessment of beta-carotene content in oil palm fruit. *Khon Kaen Agriculture Journal (Thailand)*. 42(1), 375-381.

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลไม้สดและผลไม้อบแห้ง Antioxidant Activity of Fresh Fruits and Dry Fruits

ปรานอม ขาวเมฆ^{1*} และ ดวงฤทัย ศรีแดง²
Pranorm Khaomek^{1*} and Duangruthai Sridaeng²

^{1, 2} ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

^{1, 2} Department of Chemistry, Faculty of Science, Rangsit University

บทคัดย่อ

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลไม้ไทย 14 ชนิด ที่สกัดด้วยเมทานอล เมื่อนำสารสกัดที่ได้ไปทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ซึ่งใช้วิตามินซี และวิตามินอี เป็นสารเปรียบเทียบ พบว่าทั้งในผลไม้สดและผลไม้อบแห้งที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดคือ มะขามป้อม และเปลือกมังคุด โดยในผลไม้สดมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.74 และ 1.30 ppm ตามลำดับ ในขณะที่มะขามป้อม และเปลือกมังคุดอบแห้ง ก็มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุดเช่นกันโดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.81 และ 1.98 ppm ตามลำดับ ส่วนวิตามินซี และวิตามินอี มีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.90 และ 2.52 ppm ตามลำดับ สำหรับผลไม้สดชนิดอื่นๆ นั้นมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 18.65 ถึง มากกว่า 500 ppm ส่วนผลไม้อบแห้งมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 21.79 ถึง มากกว่า 500 ppm สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic) ด้วยวิธี FCR พบว่า ในผลไม้สด และผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือ มะขามป้อม มีค่าเท่ากับ 10.060 ± 0.002 และ 9.500 ± 0.003 mg GA/g extract ตามลำดับ รองลงมาคือ เปลือกมังคุด มีค่าเท่ากับ 5.380 ± 0.002 และ 4.540 ± 0.002 mg GA/g extract ตามลำดับ สำหรับการหาปริมาณความหวานของผลไม้สดทั้งหมดพบว่า กล้วยน้ำว้า มีค่าความหวานมากที่สุดเท่ากับ 27.5 %Brix ส่วนผลไม้อื่นๆ มีความหวานอยู่ในช่วง 4.5 ถึง 20.4 %Brix ในการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากผลไม้สด และผลไม้อบแห้งนั้นพบว่าผลไม้สด มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีกว่าผลไม้อบแห้ง เมื่อทำการอบผลไม้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และพบว่าค่าความหวานนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลไม้ชนิดต่างๆ

คำสำคัญ: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ วิธีดีพีเอช วิธีเอฟซีอาร์ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ผลไม้ไทย

Abstract

The antioxidant activity from methanol extract of fresh fruits and dry fruits of 14 Thai fruits were determined using free radical scavenging method (DPPH method) and Folin - Ciocalteu's reagent (FCR assay). We found that methanol extract of fresh fruits and dry fruits of Indian gooseberry and mangosteen peel showed the highest antioxidant activity with DPPH in IC_{50} 0.74 and 1.30 ppm in fresh fruits, 0.81 and 1.98 ppm in dry fruits, respectively. Compare with the controls, vitamin C and vitamin E showed 1.90 and 2.52 ppm, respectively. While methanol extract for all of fresh fruits and dry fruits showed the antioxidant activity with DPPH in IC_{50} in range 18.65 to more than 500 ppm in fresh fruits and 21.79 to more than 500 ppm in dry fruits, respectively. The total phenolic content using FCR assay for methanol extract of fresh fruits and dry fruits, Indian gooseberry showed the highest total phenolic content in 10.060 ± 0.002 and 9.500 ± 0.003 mg GA/g extract, respectively. While mangosteen peel showed total phenolic content of methanol extract from fresh fruits and dry fruits in 5.380 ± 0.002 and 4.540 ± 0.002 mg GA/g

* Corresponding author : pranorm.k@rsu.ac.th

extract, respectively. For the sweetness of fresh fruit, we found that *Musa ABB* cv. Klui Namwa showed the highest of sugar content in 27.5% Brix, while the other fruits except mangosteen peel and tangerine peel had not been to determined showed sugar content in the range 4.5 to 20.4 %Brix. From this research, we can maintain that the antioxidant activity of fresh fruits is higher than dry fruits (drying at 60 °C) and the antioxidant activity is not concerned to the sweetness

Keywords: Antioxidant activity, DPPH method, FCR assay, Total phenolic content, Thai Fruit

1. บทนำ

อนุมูลอิสระเป็นสาเหตุของโรคหัวใจ โรคกระเพาะ ความแก่ชรา ความเสื่อมของอวัยวะต่างๆ (Suganya Tachakittirungrod, Siriporn Okonogi and Sombat Chowwanapoonpohn, 2007) อนุมูลอิสระนั้นเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น กระบวนการเผาผลาญอาหารในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกายอย่างหักโหม ฝุ่น คาร์บอนหริ่ สิ่งปนเปื้อนที่มากับอากาศ และสารเติมแต่งอาหาร เป็นต้น ในภาวะปกติของร่างกายมนุษย์จะมีระบบเพื่อปรับสมดุลระหว่าง การสร้างอนุมูลอิสระและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ถูกสร้างขึ้นในร่างกายของมนุษย์ เช่น โพรตีน เอนไซม์ และวิตามิน เป็นต้น (Chunkamol Panyayong and Khongsak Srikaeo, 2022) นอกจากนี้ร่างกายยังได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากภายนอก โดยการรับประทานผัก และผลไม้ ซึ่งมีวิตามิน และแร่ธาตุ สารอาหารเหล่านี้จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วกระจายไปตามส่วนต่างๆ ทั้งภายในกระแสเลือด และภายในเซลล์ รวมทั้งผนังเซลล์ ทำให้การออกฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ เป็นไปอย่างกว้างขวาง และไม่จำกัดกับอวัยวะ (พงศธร ล้อสุวรรณ, จิตศิริ ราชตะนนะพันธุ์ และ ศศิธร จันทวรารงกูร, 2551)

จากรายงานการวิจัยพบว่า สารต้านอนุมูลอิสระพบได้ใน ผัก ผลไม้ และสมุนไพร โดยสารที่สามารถต้านอนุมูลอิสระมีหลายชนิด (ต้องใจ ไพฑูริย์อิน และ ประมินทร์ วีระศิลป์, 2550) เช่น สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และวิตามินชนิดต่างๆ สารเหล่านี้พบในปริมาณมากบ้างน้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับชนิด แหล่งที่เพาะปลูก และส่วนต่างๆ ของพืช (M. Alothman, Rajeev Bhat and A.A. Karim, 2009) สารประกอบฟีนอลิกเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีสรรพคุณทางยา คือ ลดการอักเสบ ทำลายเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ต้านโรคมะเร็ง และมะเร็ง (Gow-Chin Yen and Chiu-Luan Hsieh, 1997) สารต้านอนุมูลอิสระอีกชนิดที่พบในผัก ผลไม้ และสมุนไพร ได้แก่ วิตามินชนิดต่างๆ เช่น วิตามินซี วิตามินเอ และวิตามินอี โดยวิตามินซี เป็นวิตามินที่ละลายน้ำได้ดี มีสรรพคุณทางยา คือ ช่วยในการสังเคราะห์คอลลาเจน ช่วยในการสลายคอเลสเตอรอล ลดการอักเสบ และต้านมะเร็ง ซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินอีได้ จึงจำเป็นต้องได้จากการรับประทานเข้าไป (Emmanuel Talla, Dieudonne Njamen, Joseph Tanyi Mbafor, Zacharias Tane Fomum, Albert Kamanyi, Jean-Claude Mbanya, Rosa M. Giner, Carmen Recio, Salvador Manez, and Jose Luis Rios, 2003)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากผลไม้ไทยชนิดต่างๆ ทั้งผลไม้สด และผลไม้อบแห้ง เนื่องจากประเทศไทยเป็นเขตเมืองร้อน มีผลไม้มากและหาได้ง่ายตามฤดูกาล ทำให้บางครั้งผลไม้มีจำนวนมาก จนไม่สามารถจำหน่ายได้ทั้งหมด และกลายเป็นผลไม้เน่าต้องทิ้งอย่างไร้มูลค่า หากงานวิจัยนี้สามารถเปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระระหว่าง ผลไม้สด และผลไม้อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส คาดว่าจะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลยืนยันได้ว่าผลไม้สด และผลไม้อบแห้ง มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน สามารถนำไปแปรรูปเป็นผลไม้อบแห้ง เป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความแตกต่างของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากผลไม้ไทยชนิดต่างๆ ทั้งผลไม้สด และผลไม้อบแห้ง ด้วยวิธี DPPH และวิธี FCR

2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณความหวานของผลไม้สด
3. เพื่อหาค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลไม้สดและผลไม้อบแห้ง ด้วยวิธี DPPH
4. เพื่อหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผลไม้สด และผลไม้อบแห้ง ด้วยวิธี FCR

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างผลไม้ซื้อจากตลาดกลางค้าส่งสี่มุมเมือง (รังสิต) อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ในช่วงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564 โดยตัวอย่างผลไม้ที่ทำการทดสอบมีทั้งหมด 20 ตัวอย่างคือ มะเขือเทศสีดา มะเขือเทศราชินี สับปะรดภูเก็ต สับปะรดศรีราชา ฝรั่งแป้น ฝรั่งไร้เมล็ด ถั่วลิสง ถั่วลิสงน้ำว่า มะละกอ ลำไย มะยม มะเฟือง มะขามป้อม ส้มเขียวหวาน ส้มโอ ละครุด เปลือกส้มเขียวหวาน ขนุน เนื้อมังคุด และเปลือกมังคุด โดยนำตัวอย่างผลไม้แต่ละชนิดมาล้างทำความสะอาด และปอกเปลือกออก จากนั้นหั่นให้มีขนาดเล็กลง เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.1 การหาปริมาณความหวาน

- 3.1.1. นำเนื้อของผลไม้มาคั้น และใช้เฉพาะส่วนน้ำให้ได้ประมาณ 2 mL
- 3.1.2. ตั้งค่าการวิเคราะห์เครื่อง refractometer โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น blank
- 3.1.3. ปิเปิดน้ำผลไม้จากข้อ 1 มา 0.3 mL วัดปริมาณความหวาน วัดซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกผลและหาค่าเฉลี่ย

3.2 การสกัดสารจากผลไม้ตัวอย่าง

3.2.1 การสกัดผลไม้สด

1. หั่นเนื้อของผลไม้ให้มีขนาดเล็ก (ส้มเขียวหวานและมังคุด จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อทำการสกัดคือ ส่วนของเนื้อ และเปลือก)

2. ชั่งน้ำหนักเปียกของผลไม้ ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง แล้วแช่ด้วยเมทานอลเป็นเวลา 1 วัน
3. กรองและนำสารละลายไประเหยแห้ง ด้วยเครื่องระเหยแห้ง
4. นำผลไม้ที่แช่เมทานอลมาแช่ซ้ำ และทำตามข้อ 2 และข้อ 3 อีก 2 ครั้ง (ผลไม้แต่ละชนิดทำการแช่ทั้งหมด 3 ครั้ง)
5. นำสารสกัดที่ได้มารวมกัน และทำให้แห้งด้วยเครื่อง freeze dry
6. บันทึกน้ำหนักสุทธิของสารที่สกัดได้

3.2.2 การสกัดผลไม้อบแห้ง

1. หั่นเนื้อของผลไม้ให้มีขนาดเล็ก (ส้มเขียวหวานและมังคุด จะแบ่งออกเป็น ส่วนของเนื้อ และเปลือก เพื่อทำการสกัด)
2. บันทึกน้ำหนักเปียกของผลไม้ ใช้ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. อบผลไม้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
4. ชั่งและบันทึกน้ำหนักของผลไม้หลังอบ โดยใช้ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. นำผลไม้อบแห้งไปแช่เมทานอลเป็นเวลา 1 วัน
6. กรองและนำสารละลายไประเหยด้วยเครื่องระเหยแห้ง
7. นำผลไม้ที่แช่เมทานอลจากข้อ 6 มาแช่ซ้ำ และทำตามข้อ 5 และ 6 อีก 2 ครั้ง
8. นำสารสกัดที่ได้มารวมกัน และนำไประเหยน้ำออกด้วยเครื่อง freeze dry
9. บันทึกน้ำหนักสุทธิของสารที่สกัดได้

3.3 ศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ปริญญ์ อินทร์รอด, 2551)

- 3.3.1. เตรียมสารละลาย DPPH ที่ความเข้มข้น 0.10 mM ใน methanol
- 3.3.2. เตรียมสารละลายตัวอย่าง วิตามินซี และวิตามินอี ที่ความเข้มข้น 1000 ppm (stock solution)

3.3.3. เจือจางสารละลายตัวอย่าง วิตามินซี และวิตามินอีจาก stock solution ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 1, 10, 50, 100 และ 500 ppm ใน methanol

3.3.4. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง วิตามินซี และวิตามินอี แต่ละความเข้มข้นจากข้อ 3 ใส่ในหลอดทดลอง หลอดละ 1.60 mL (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ)

3.3.5. ปิเปตสารละลาย DPPH เติมลงในหลอดทดลองข้อ 4 หลอดละ 2.40 mL เขย่าให้เข้ากันจากนั้นเก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที

3.3.6. นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 516 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer และนำไปคำนวณ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ (%Inhibition) ดังสมการต่อไปนี้

$$\%Inhibition = \frac{(A_{control} - A_{sample})}{A_{control}} \times 100 \quad (1)$$

3.3.7. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของสารสกัด กับเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระ เพื่อนำไปคำนวณค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (IC₅₀)

3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu' s reagent (FCR) [4]

3.4.1 การทำกราฟมาตรฐานสารละลาย Gallic Acid (GA)

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน GA ความเข้มข้น 1 mg/mL (stock solution) โดยชั่ง GA 0.10 g ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 mL ในขวดปรับปริมาตร

2. เจือจางสารละลายมาตรฐาน GA จาก stock solution ให้ได้ความเข้มข้น 0.1, 0.4, 0.7, 1, 3, 5 และ 7 µg/mL แล้วเติม FCR ปริมาตร 1.5 mL ทิ้งไว้ 5 นาที

3. เติม 20% Na₂CO₃ ปริมาตร 4 mL เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 mL ในขวดปรับปริมาตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ)

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 758 nm

5. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้กับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน GA (standard curve) หาสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน และนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณ ของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด จากตัวอย่างสารสกัดผลไม้ที่นำมาวิเคราะห์

3.4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดผลไม้

1. เตรียมสารละลายตัวอย่าง โดยชั่งสารตัวอย่าง 0.1250 g ละลาย และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 25 mL ในขวดปรับปริมาตร

2. ปิเปตสารละลายจากข้อ 1 มา 0.2 mL เติม FCR ปริมาตร 1.5 mL ทิ้งไว้ 5 นาที

3. เติม 20% Na₂CO₃ ปริมาตร 4 mL เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 mL ในขวดปรับปริมาตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที (ทำการทดลอง 3 ซ้ำ)

4. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 758 nm และนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้สมการเส้นตรงจากกราฟมาตรฐานของสารละลาย Gallic acid

4. ผลการวิจัย

4.1 การทดสอบปริมาณความหวานของผลไม้

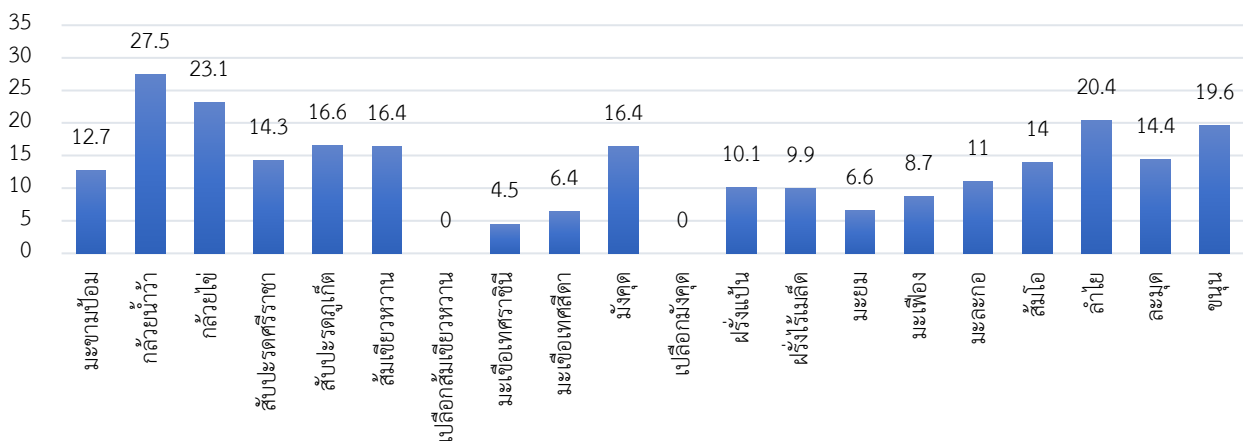
จากการหาปริมาณความหวานของผลไม้ไทย ที่นำมาศึกษา 14 ชนิด (18 สายพันธุ์) ได้ผลดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณความหวานของผลไม้ชนิดต่างๆ

ลำดับ	ผลไม้	วัดปริมาณความหวาน (%Brix) (ครั้งที่)			ปริมาณความหวาน ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD
		I	II	III	
1	มะขามป้อม	12.6	12.7	12.7	12.7 $\pm$ 0.1
2	กล้วยน้ำว้า	27.5	27.5	27.5	27.5 $\pm$ 0.0
3	กล้วยไข่	23.1	23.1	23.2	23.1 $\pm$ 0.1
4	สับปะรดศรีราชา	14.3	14.3	14.3	14.3 $\pm$ 0.0
5	สับปะรดภูเก็ต	16.5	16.6	16.6	16.6 $\pm$ 0.1
6	ส้มเขียวหวาน	16.4	16.3	16.4	16.4 $\pm$ 0.1
7	เปลือกส้มเขียวหวาน	ND	ND	ND	ND
8	มะเขือเทศราชินี	4.5	4.5	4.5	4.5 $\pm$ 0.1
9	มะเขือเทศสีดา	6.5	6.4	6.4	6.4 $\pm$ 0.1
10	มังคุด	16.3	16.4	16.4	16.4 $\pm$ 0.1
11	เปลือกมังคุด	ND	ND	ND	ND
12	ฝรั่งแป้น	10.1	10.1	10.1	10.1 $\pm$ 0.0
13	ฝรั่งไร้เมล็ด	9.9	9.9	9.9	9.9 $\pm$ 0.0
14	มะยม	6.7	6.6	6.6	6.6 $\pm$ 0.1
15	มะเฟือง	8.7	8.7	8.7	8.7 $\pm$ 0.0
16	มะละกอ	11.0	11.0	11.0	11.0 $\pm$ 0.0
17	ส้มโอ	14	14	13.9	14.0 $\pm$ 0.1
18	ลำไย	20.4	20.4	20.4	20.4 $\pm$ 0.0
19	ละมุด	14.4	14.4	14.4	14.4 $\pm$ 0.0
20	ขนุน	19.6	19.5	19.6	19.6 $\pm$ 0.1

ND คือ Not determine

ปริมาณความหวาน (%Brix)



ภาพที่ 1 ปริมาณความหวานเฉลี่ยของผลไม้ชนิดต่างๆ

4.2 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลไม้ที่นำมาศึกษาด้วยวิธี DPPH

จากการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดผลไม้สด และผลไม้อบแห้งที่นำมาศึกษา โดยการสกัดด้วยเมทานอลและเปรียบเทียบกับวิตามินซี และวิตามินอี ที่ทำการทดสอบด้วยวิธี DPPH มีค่าการดูดกลืนแสงที่ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 516 nm ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่าง และสารเปรียบเทียบ

ลำดับ	ผลไม้	IC ₅₀ (ppm)		ผลต่างของ IC ₅₀ (%)
		สด	อบแห้ง	
1	มะขามป้อม	0.74	0.81	8.64
2	กล้วยน้ำว้า	>500	>500	-
3	กล้วยไข่	347.12	351.21	1.16
4	สับปะรดศรีราชา	>500	>500	-
5	สับปะรดภูเก็ต	>500	>500	-
6	ส้มเขียวหวาน	456.69	479.24	4.71
7	เปลือกส้มเขียวหวาน	18.65	21.79	14.41
8	มะเขือเทศราชินี	25.61	32.03	20.04
9	มะเขือเทศสีดา	116.52	127.90	8.90
10	มังคุด	23.29	31.98	27.17
11	เปลือกมังคุด	1.30	1.98	34.34
12	ฝรั่งแป้น	303.37	347.66	12.74
13	ฝรั่งไร้เมล็ด	54.20	63.58	14.75
14	มะยม	212.07	256.83	17.43
15	มะเฟือง	208.49	247.22	15.67
16	มะละกอ	390.56	405.49	3.68
17	ส้มโอ	461.89	486.48	5.05
18	ลำไย	>500	>500	-
19	ละมุด	>500	>500	-
20	ขนุน	>500	>500	-
สารเปรียบเทียบ				
1	วิตามินซี		1.90	
2	วิตามินอี		2.52	

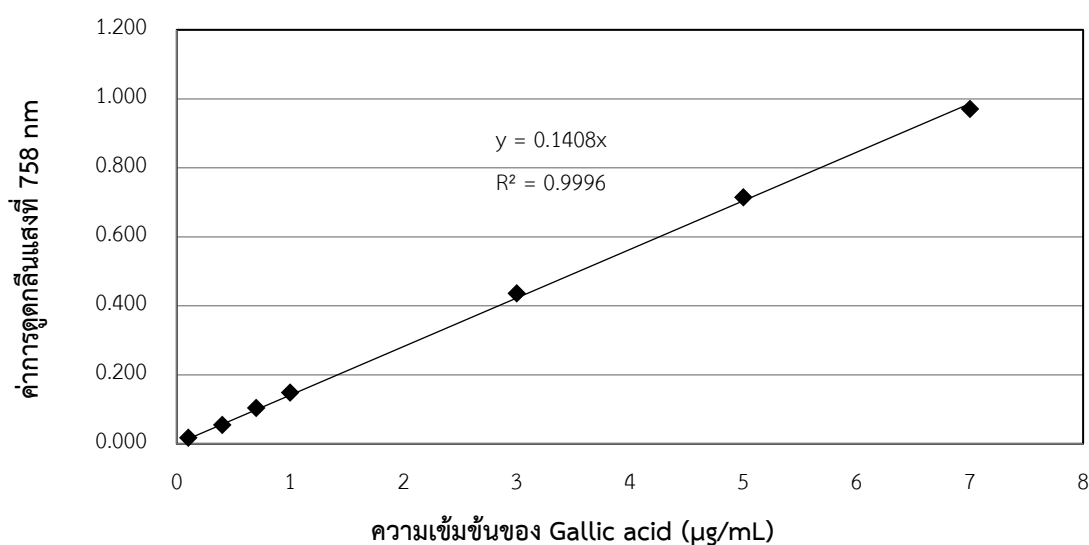
จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผลไม้ที่ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยใช้วิตามินซี และวิตามินอีเป็นสารเปรียบเทียบที่มี IC₅₀ เท่ากับ 1.90 และ 2.52 ppm นั้นพบว่า ผลไม้ที่มีค่า IC₅₀ น้อยกว่าสารเปรียบเทียบคือ มะขามป้อม และเปลือกมังคุด ในผลไม้สดมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.74 และ 1.30 ppm ในผลไม้อบแห้งมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.81 และ 1.98 ppm ตามลำดับ ส่วนผลไม้ที่มีค่า IC₅₀ มากกว่าสารเปรียบเทียบ แต่น้อยกว่า 100 ppm ได้แก่ เปลือกส้มเขียวหวาน มังคุด มะเขือเทศราชินี และฝรั่งไร้เมล็ด ในผลไม้สด และผลไม้อบแห้งมีค่า IC₅₀ อยู่ในช่วง 18.65 ถึง 54.20 และ 21.79 ถึง 63.58 ppm ตามลำดับ และผลไม้ที่มีค่า IC₅₀

มากกว่า 100 ppm แต่น้อยกว่า 500 ppm ได้แก่ มะเขือเทศสีดา มะเฟือง มะยม ฝรั่งแป้น กล้วยไข่ มะละกอ ส้มเขียวหวาน และส้มโอ ในผลไม้สด และผลไม้อบแห้งมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 116.52 ถึง 461.89 และ 127.90 ถึง 486.48 ppm ตามลำดับ ขณะที่ผลไม้ที่มีค่า IC_{50} มากกว่า 500 ppm มี 6 ชนิด ได้แก่ กล้วยน้ำว้า สับประรดศรีราชา สับประรดภูเก็ต ลำไย ละมุด และขนุน ในการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากผลไม้สด และผลไม้อบแห้งนั้น ยืนยันได้ว่า ในผลไม้สดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าในผลไม้อบแห้ง นั่นคือ ความร้อน 60 องศาเซลเซียส ที่ใช้ในการทำให้ผลไม้แห้งนั้น มีผลต่อสารต้านอนุมูลอิสระในผลไม้พอสมควร เพราะจากตาราง 4.2 พบว่า เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ IC_{50} ระหว่างผลไม้สด และผลไม้อบแห้งแล้วนั้น ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลไม้สด และผลไม้อบแห้งบางชนิดมีค่าที่แตกต่างกันไม่มากนัก แต่บางชนิดมีความแตกต่างกันพอสมควร โดยผลไม้สด และผลไม้อบแห้งที่มีความแตกต่างกันของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดคือ กล้วยไข่ รองลงมาคือมะละกอ ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะขามป้อม มะเขือเทศสีดา ฝรั่งแป้น เปลือกส้มเขียวหวาน ฝรั่งไร้เมล็ด มะเฟือง มะยม มะเขือเทศราชินี มังคุด และเปลือกมังคุด ตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยวิธี FCR (จันทกานต์ นุชสุข, 2561)

4.3.1 การทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน Gallic acid

จากการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน GA ที่ความเข้มข้น 0.1, 0.4, 0.7, 1, 3, 5 และ 7 $\mu\text{g/mL}$ แล้วเติม FCR ปริมาตร 1.5 mL ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติม 20% Na_2CO_3 ปริมาตร 4 mL เขย่าสารละลายให้เข้ากัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 10 mL ในขวดปรับปริมาตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 758 nm เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงกับค่าความเข้มข้นของสาร GA มาพลอตกราฟจะได้กราฟมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟของสารละลายมาตรฐาน Gallic acid

4.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี FCR

การวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี FCR ซึ่งในการทดลองใช้ GA เป็นสารละลายมาตรฐาน โดยวิธีนี้จะให้ตัวอย่างทำปฏิกิริยากับ FCR และ 20 % Na_2CO_3 ที่อาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ในการทำให้เกิดปฏิกิริยา และดูการเปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นคือ สีจากสารละลาย FCR ซึ่งมีสีเหลือง เมื่อทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งมีค่า การดูดกลืนแสงที่ดีที่สุดที่ความยาวคลื่น 758 nm เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างไปคำนวณ หาค่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหน่วยมิลลิกรัมของ Gallic acid ต่อกรัมของสารสกัดตัวอย่าง (mg GA/g extract) ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี FCR

ลำดับ	ผลไม้	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก $\pm$ SD (mg GA/g extract)		ผลต่างของปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (%)
		สด	อบแห้ง	
1	มะขามป้อม	10.060 $\pm$ 0.002	9.500 $\pm$ 0.003	5.46
2	กล้วยน้ำว้า	0.153 $\pm$ 0.001	0.120 $\pm$ 0.002	21.54
3	กล้วยไข่	0.070 $\pm$ 0.001	0.055 $\pm$ 0.000	20.95
4	สับปะรดศรีราชา	0.064 $\pm$ 0.002	0.033 $\pm$ 0.002	48.89
5	สับปะรดภูเก็ต	0.060 $\pm$ 0.001	0.047 $\pm$ 0.001	22.05
6	ส้มเขียวหวาน	0.152 $\pm$ 0.001	0.125 $\pm$ 0.001	17.70
7	เปลือกส้มเขียวหวาน	0.696 $\pm$ 0.002	0.649 $\pm$ 0.001	6.68
8	มะเขือเทศราชินี	0.280 $\pm$ 0.001	0.248 $\pm$ 0.001	11.32
9	มะเขือเทศสีดา	0.427 $\pm$ 0.002	0.386 $\pm$ 0.002	9.46
10	มังคุด	0.070 $\pm$ 0.002	0.033 $\pm$ 0.001	53.34
11	เปลือกมังคุด	5.380 $\pm$ 0.002	4.540 $\pm$ 0.002	15.67
12	ฝรั่งแป้น	0.098 $\pm$ 0.002	0.063 $\pm$ 0.002	35.27
13	ฝรั่งไร้เมล็ด	0.275 $\pm$ 0.001	0.216 $\pm$ 0.002	21.45
14	มะยม	0.123 $\pm$ 0.001	0.112 $\pm$ 0.001	8.42
15	มะเฟือง	0.247 $\pm$ 0.001	0.205 $\pm$ 0.002	16.77
16	มะละกอ	0.109 $\pm$ 0.001	0.084 $\pm$ 0.001	22.94
17	ส้มโอ	0.152 $\pm$ 0.001	0.115 $\pm$ 0.001	24.77
18	ลำไย	0.118 $\pm$ 0.001	0.092 $\pm$ 0.001	22.09
19	ละมุด	0.035 $\pm$ 0.002	0.028 $\pm$ 0.001	20.00
20	ขนุน	0.060 $\pm$ 0.002	0.042 $\pm$ 0.002	30.65

หมายเหตุ ในการทดลองสารสกัดมะขามป้อม และสารสกัดเปลือกมังคุดทั้งสด และอบแห้ง ได้เจือจางสารตัวอย่าง 20 เท่า เพื่อให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ได้อยู่ในช่วงกราฟของสารละลายมาตรฐาน

จากตารางที่ 3 พบว่าในสารสกัดผลไม้สด ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือ มะขามป้อม รองลงมาคือ เปลือกมังคุด เปลือกส้มเขียวหวาน มะเขือเทศสีดา มะเขือเทศราชินี ฝรั่งไร้เมล็ด มะเฟือง กล้วยน้ำว้า ส้มโอ ส้มเขียวหวาน มะยม ลำไย มะละกอ ฝรั่งแป้น กล้วยไข่ มังคุด สับปะรดศรีราชา สับปะรดภูเก็ต ขนุน และละมุด ส่วนในสารสกัดผลไม้อบแห้งที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือ มะขามป้อม รองลงมาคือ เปลือกมังคุด เปลือกส้มเขียวหวาน มะเขือเทศสีดา มะเขือเทศราชินี ฝรั่งไร้เมล็ด มะเฟือง ส้มเขียวหวาน กล้วยน้ำว้า ส้มโอ มะยม ลำไย มะละกอ ฝรั่งแป้น กล้วยไข่ สับปะรดภูเก็ต ขนุน มังคุด สับปะรดศรีราชา และละมุด นอกจากนี้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี FCR ในสารสกัดผลไม้สด และผลไม้อบแห้งนั้น ยืนยันได้ว่าในสารสกัดผลไม้สดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ตรวจพบในปริมาณที่มากกว่าในสารสกัดผลไม้อบแห้งคือ ความร้อน 60 องศาเซลเซียส ความร้อนที่ใช้ในการทำให้ผลไม้แห้งนั้น มีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ในผลไม้พอสมควร จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของผลไม้สด และผลไม้อบแห้ง พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ตรวจพบของ

ผลไม้สด และผลไม้อบแห้งบางชนิดมีค่าที่แตกต่างกันไม่มากนัก แต่บางชนิดมีความแตกต่างกันพอสมควร โดยผลไม้สด และผลไม้อบแห้งที่มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างกันของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดน้อยที่สุดคือ มะขามป้อม รองลงมาคือ เปลือกส้มเขียวหวาน มะยม มะเขือเทศสีดา มะเขือเทศราชินี เปลือกมังคุด มะเฟือง ส้มเขียวหวาน ละมุด กัลยไชย ฝรั่งไร้เมล็ด กัลยน้ำว่า สับประรดภูเก็ต ลำไย มะละกอ ส้มโอ ขนุน ฝรั่งแป้น สับประรดศรีราชา และมังคุด ตามลำดับ

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดสอบปริมาณความหวานของผลไม้ทั้ง 14 ชนิด (18 สายพันธุ์) พบว่า ผลไม้ที่มีปริมาณความหวานสูงที่สุดคือ กัลยน้ำว่า โดยมีปริมาณความหวานเท่ากับ 27.5 ± 0.00 % Brix ส่วนผลไม้ที่มีปริมาณความหวานน้อยที่สุดคือ มะเขือเทศราชินีมีปริมาณความหวานเท่ากับ 4.5 ± 0.00 %Brix และผลไม้ชนิดอื่นมีปริมาณความหวานอยู่ในช่วง 6.4 ถึง 23.1 %Brix

จากการศึกษาความยาวคลื่นที่ DPPH สามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุด (λ_{max}) เท่ากับ 516 nm และเมื่อนำสารสกัดผลไม้ทั้ง 14 ชนิด (18 สายพันธุ์) ไปทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH โดยใช้วิตามินซี และวิตามินอีเป็นสารเปรียบเทียบพบว่า มีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.90 และ 2.52 ppm ตามลำดับ ในสารสกัดผลไม้สดพบว่า ผลไม้ที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารเปรียบเทียบคือ มะขามป้อม และเปลือกมังคุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.74 และ 1.30 ppm ตามลำดับ ส่วนผลไม้สดชนิดอื่นมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 18.65 ถึงมากกว่า 500 ppm และในสารสกัดผลไม้อบแห้งพบว่า ผลไม้ที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าสารเปรียบเทียบคือ มะขามป้อม และเปลือกมังคุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.81 และ 1.98 ppm ตามลำดับ ส่วนผลไม้อบแห้งชนิดอื่น มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 21.79 ถึงมากกว่า 500 ppm

จากการศึกษาหาความยาวคลื่น ที่สารประกอบฟีนอลการดูดกลืนแสงสูงที่สุด (λ_{max}) พบว่ามีค่าเท่ากับ 758 nm เมื่อนำสารสกัดผลไม้ทั้ง 14 ชนิด (18 สายพันธุ์) ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี FCR ในสารสกัดผลไม้สดพบว่า ผลไม้ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือ มะขามป้อม และเปลือกมังคุด โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 10.060 ± 0.002 และ 5.380 ± 0.002 mg GA/g extract ตามลำดับ ส่วนผลไม้สดชนิดอื่นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.035 ถึง 0.696 mg GA/g extract และในสารสกัดผลไม้อบแห้งพบว่า ผลไม้ที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากที่สุดคือ มะขามป้อม และเปลือกมังคุด โดยมีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 9.500 ± 0.003 และ 4.540 ± 0.002 mg GA/g extract ตามลำดับ ส่วนผลไม้อบแห้งชนิดอื่นมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด อยู่ในช่วง 0.028 ถึง 0.649 mg GA/g extract

ข้อเสนอแนะในการวิจัย (1) ควรเก็บสารสกัดตัวอย่างที่ทำการสกัดเสร็จแล้วไว้ในตู้ดูดความชื้น (2) ควรทำการชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของสารสกัดที่ทำการสกัดแล้วทันที เพื่อให้ได้น้ำหนักที่แท้จริง (3) ในการทดสอบด้วยวิธี DPPH และ FCR ควรทดสอบสารสกัดผลไม้ทุกชนิดให้เสร็จสิ้นภายในระยะเวลา 1 วัน หากเกินกว่านั้นอาจทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนได้ และ (4) ควรหาความร้อนที่เหมาะสม ในการอบผลไม้แต่ละชนิด ที่ไม่ทำให้ผลไม้สูญเสียฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนับสนุนสารเคมี อุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินการวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

จันทกานต์ นุชสุข. (2561). ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากปลีกล้วยไข่กล้วยน้ำว่าและกล้วยหอม. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 10 (2)

- จันทิมา หอมกลบ. (2553).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเอทิลอะซิเตตจากผลมะขามป้อมจากแหล่งในประเทศไทย. *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 48* กรุงเทพฯ. 3-5 กุมภาพันธ์. หน้า 91-99.
- ต้องใจ ไพฑูรย์โยธิน และ ประมิตร วีระศิลป์. (2550). การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ไทย. *วิทยานิพนธ์เภสัชศาสตรบัณฑิต. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*. กรุงเทพฯ.
- ปริยานุช อินทรรอด. (2551). ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของส่วนสกัดจาก ต้นเร่วหอมและว่านสาวหลง. *วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิชาชีวเคมี*.
- พงศธร ล้อสุวรรณ, จิตศิริ ราชตะนะพันธุ์, ศศิธร จันทนวรารังกูร. (2551). สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สมบัติการต้านอนุมูลอิสระและการต้านจุลินทรีย์ของเปลือกผลไม้. *การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 46* กรุงเทพฯ. 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551. หน้า 554-561.
- Chunkamol Panyayong and Khongsak Srikaeo. (2022). Foods from banana inflorescences and their antioxidant properties: An exploratory case in Thailand. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 28, 100436
- Emmanuel Talla, Dieudonne Njamen, Joseph Tanyi Mbafor, Zacharias Tanee Fomum, Albert Kamanyi, Jean-Claude Mbanya, Rosa M. Giner, Carmen Recio, Salvador Manez, and Jose Luis Rios (2003). Warangalone, the isoflavonoid anti-inflammatory principle of *Erythrina addisoniae* stem bark. *Journal of Natural Product*. 66: 891-893.
- Gow-Chin Yen and Chiu-Luan Hsieh. (1997). *Antioxidant effect on dopamine and related compounds. Biosci Biotech. Biochem*. 61: 1646-1649.
- M. Alothman, Rajeev Bhat and A.A. Karim (2009) Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry*. 115: 785-788.
- Suganya Tachakittirungrod, Siriporn Okonogi and Sombat Chowwanapoonpohn (2007) Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract. *Food Chemistry*. (103): 381-388.

ปัจจัยที่ส่งต่อการตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัย

Factors Affecting University Students' Cybersecurity Awareness

กิตติยา วิสิษฐพงศ์พันธ์¹, ชูเกียรติ บุญก่อเกื้อ², กิตติพงศ์ อยู่นิรันดร์^{3*}, นลินภัทร์ บำเพ็ญเพียร⁴

Kitiya Wisitpongpan¹, Chukiat Boonkorkoer², Kittipong Yoonirundorn^{3*}, Nalinpat Bhumpenpein⁴

^{1, 2, 3, 4} ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

^{1, 2, 3, 4} Department of Information Technology, Faculty of Information Technology and Digital Technology,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางด้านไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์แบบลิเคิร์ต 5 ระดับ ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2565 จากนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย ระดับอนุปริญญาและระดับปริญญา จำนวนทั้งหมด 422 คน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าความถี่สะสม ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบ Stepwise ด้วยโปรแกรม SPSS ผลการวิจัยพบว่า มี 3 จาก 5 ปัจจัยหลักที่ส่งต่อการตระหนักรู้ถึงภัยคุกคามทางด้านไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัย ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องภัยคุกคามทางไซเบอร์ ความปลอดภัยของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อและพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: การตระหนักรู้ความปลอดภัยทางไซเบอร์ ภัยคุกคามทางด้านไซเบอร์ ปัจจัยที่ส่งผล

Abstract

The purpose of this research was to study the factors affecting university students' cybersecurity awareness in Thailand. Data were collected using online 5-point Likert scale questionnaires during April-May 2022 from 422 university students in Thailand including diplomas, bachelor's degrees, master's degrees, doctorate degrees. Data also were analyzed using percentage, cumulative frequency, mean, standard deviation, and stepwise multiple linear regression by SPSS program. The results showed that there were 3 out of 5 factors influencing university students' cybersecurity awareness, i.e., knowledge and understandings of cyber threats, device security and connectivity, and user behavior at a statistical significance level of 0.05.

Keywords: Cybersecurity Awareness, Cyber Threat, Influential Factor

* Corresponding author : s6407011857031@email.kmutnb.ac.th

1. บทนำ

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทำธุรกรรมหรือการติดต่อสื่อสารจึงก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อภัยคุกคามและการก่ออาชญากรรมทางไซเบอร์ที่สามารถส่งผลกระทบในวงกว้างได้อย่างรวดเร็วและทวีความรุนแรงมากขึ้นสร้างความเสียหายทั้งในระดับบุคคล ระดับองค์กรไปจนถึงระดับประเทศ การโจมตีทางไซเบอร์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยคาดว่าจะเพิ่มขึ้นถึง ร้อยละ 400 ตามรายงานในปี ค.ศ. 2022 และพบว่ามีกรณีการโจมตีแบบ Phishing และ Social Engineering ถึง 30,000 ครั้งต่อวัน ตามรายงานของบริษัท Microsoft และยังพบว่ามีกรณีการเพิ่มของ Ransomware Attacks ถึงร้อยละ 800 (Prospace, 2022) จากข้อมูลระหว่างเดือน มกราคม 2564 - กุมภาพันธ์ 2565 หน่วยงานในประเทศไทยถูกโจมตีด้วยมัลแวร์เรียกค่าไถ่ถึง 15 ครั้งด้วยกัน สูงเป็นอันดับ 6 ของเอเชียแปซิฟิกและญี่ปุ่น อุตสาหกรรมที่ถูกโจมตีสูงสุด ได้แก่ อุตสาหกรรมการบริการเชิงพาณิชย์ และรองลงมาเป็นอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์และบริการ ซึ่งถูกโจมตีด้วยมัลแวร์ Locbit 2.0 Ransomware สูงที่สุดถึง 9 ครั้ง โดย Ransomware นี้แฮกเกอร์สามารถปรับแต่งรูปแบบการโจมตีได้ตามความต้องการ (ThaiPublica, 2022) เห็นได้ชัดว่าการโจมตีทางไซเบอร์มีความรุนแรงมากขึ้น ซึ่งสิ่งที่ต้องระมัดระวังอย่างมาก คือ การโจรกรรมข้อมูลซึ่งข้อมูลที่รั่วไหลออกไปสามารถนำไปสู่การหลอกลวงออนไลน์รวมถึงการรั่วไหลของข้อมูลก่อนหน้า เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล และข้อมูลสุขภาพ เป็นต้น จากเหตุผลดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัย ซึ่งผลของการศึกษานี้สามารถนำไปต่อยอดในการส่งเสริมการรู้เท่าทันภัยคุกคามทางไซเบอร์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อป้องกันภัยที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มี 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ ดังนี้

การตั้งรหัสผ่าน (X1) รหัสผ่านเป็นปราการด่านแรกในการป้องกันบัญชีการใช้งานของผู้ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รหัสผ่านที่มีความซับซ้อนมาก ๆ เพราะถึงแม้จะมีการอนุญาตการเข้าใช้งานรูปแบบอื่น ๆ แต่การเข้าใช้งานด้วยชื่อผู้ใช้ร่วมกับรหัสผ่านก็ยังได้รับความนิยมอยู่ (Alqahtani, 2022; Butavicius et al., 2020; Garba et al., 2020; Gratian et al., 2018; Kovačević et al., 2020; Lesjak et al., 2019; Tirumala et al., 2019; Zwilling et al., 2022)

ความรู้ความเข้าใจในเรื่องภัยคุกคามทางไซเบอร์ (X2) การอบรมหรือการศึกษาด้วยตนเองด้านความมั่นคงปลอดภัยในการใช้ทรัพยากรสารสนเทศนั้น เป็นการรับความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถลดผลกระทบจากภัยคุกคามได้ รวมทั้งยังส่งเสริมวัฒนธรรมการรักษาความปลอดภัย (Alqahtani, 2022; Garba et al., 2020; Gratian et al., 2018; Holdsworth & Apeh, 2017; Kovačević et al., 2020; Lesjak et al., 2019; Tirumala et al., 2019; Zwilling et al., 2022)

ความปลอดภัยของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อ (X3) การสำรองข้อมูลบ่อย ๆ หรือการจัดเก็บข้อมูลบนคลาวด์จะทำให้สามารถกู้คืนข้อมูลและทำให้อุปกรณ์กลับมาใช้งานได้อย่างรวดเร็วหลังจากการถูกคุกคามทางไซเบอร์ และการระมัดระวังไม่เชื่อมต่อกับเครือข่ายที่ไม่ปลอดภัยก็จะช่วยลดปัญหาการถูกโจมตีทางไซเบอร์ได้เช่นกัน (Alotaibi, 2019; Ani et al., 2019; Butavicius et al., 2020; Holdsworth & Apeh, 2017; Kovačević et al., 2020)

การใช้และดูแลแอปพลิเคชัน (X4) การอัปเดตระบบปฏิบัติการ แอปพลิเคชัน และ anti-virus เพื่อแก้ไขช่องโหว่ความปลอดภัย แก้ไขข้อบกพร่องของตัวโปรแกรม และเพิ่มคุณสมบัติความสามารถใหม่ ๆ ในทุกครั้งที่มีการแจ้งเตือน หรือการตั้งอัปเดตแบบอัตโนมัติช่วยเพิ่มความปลอดภัยจากภัยคุกคามทางด้านไซเบอร์ (Alqahtani, 2022; Alzubaidi, 2021; Ani et al., 2019; Butavicius et al., 2020; Garba et al., 2020; Holdsworth & Apeh, 2017)

พฤติกรรมของผู้ใช้งาน (X5) การตรวจสอบที่มาของเว็บไซต์ (เช่น ตรวจสอบ URL) ก่อนเข้าใช้งาน การระมัดระวังในการเปิดไฟล์แนบในอีเมล รวมทั้งการไม่ตั้งค่าการโพสต์ข้อมูลส่วนตัวแบบสาธารณะ จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยจากภัยคุกคามทางไซเบอร์

(Alqahtani, 2022; Ani et al., 2019; Garba et al., 2020; Holdsworth & Apeh, 2017; Kovačević et al., 2020; Tirumala et al., 2019; Zwilling et al., 2022)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยตั้งแต่ระดับ อนุปริญญา (ปวช. และ ปวส.) รวมไปถึงระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก ในประเทศไทย จากข้อมูลในปี 2563 มีทั้งสิ้น 1,917,756 คน(สถิติการศึกษา, n.d.) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษามหาวิทยาลัย จากสูตรของเครจซี่และมอร์แกน กำหนดความคลาดเคลื่อนที่ร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสัดส่วนประชากรเท่ากับ 0.5 คำนวณขนาดตัวอย่างได้จำนวน 385 คน ทั้งนี้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบสโนว์บอล ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม 2565 โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามรวมทั้งสิ้น 422 คน

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ 5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ (X1 – X5) และตัวแปรตาม คือ การตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามออนไลน์แบบลิเคิร์ต 5 ระดับที่ผ่านการประเมินความเที่ยงตรงด้วยค่าความสอดคล้อง IOC โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ทุกข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach Alpha) ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.75

แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ตและความรู้เกี่ยวกับภัยคุกคามทางไซเบอร์ และตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อการตระหนักรู้ถึงความปลอดภัยทางไซเบอร์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยในประเทศไทย

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล

จากผู้ที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจำนวน 422 คน มีผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย 240 คนคิดเป็นร้อยละ 57.8 มากกว่าเพศหญิงที่ 178 คนคิดเป็นร้อยละ 42.2 อยู่เล็กน้อย ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวัย 21-30 ปีถึงร้อยละ 56.9 และรองลงมาเป็นช่วงวัยต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 35.3 สำหรับการจำแนกตามระดับการศึกษา เป็นระดับปริญญาตรีสูงถึง ร้อยละ 63.5 ตามมาด้วยระดับ ปวส. ที่ร้อยละ 19.7 และในระดับอื่น ๆ ไม่เกินระดับละร้อยละ 10

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้งานอินเทอร์เน็ต

ผู้วิจัยได้ออกแบบคำถามจำนวน 19 ข้อ โดยแบ่งเป็น 5 ปัจจัยคือ ความรู้เรื่องภัยคุกคามทางไซเบอร์ 3 ข้อ พฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ต 2 ข้อ การใช้รหัสผ่าน 4 ข้อ ความปลอดภัยของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อ 8 ข้อ และการใช้และดูแลแอปพลิเคชัน 2 ข้อ ต่อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยความรู้เรื่องภัยคุกคามทางไซเบอร์ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้จักคอมพิวเตอร์ไวรัสสูงที่สุดร้อยละ 82.2 ตามด้วย มัลแวร์ สปายแวร์ ร้อยละ 61.4 และ 51.9 ตามลำดับ โดยเฉลี่ยแล้วผู้ตอบแบบสอบถามรู้จักภัยคุกคามเฉลี่ย 3.42 ชนิดต่อคน มีผู้ที่เคยได้รับการอบรมหรือศึกษาด้วยตนเองทางด้านความปลอดภัยทางไซเบอร์ร้อยละ 41.9 โดยมีสัดส่วนเพศชายสูงกว่าเพศหญิง ผู้ที่อยู่ในช่วงวัยที่สูงกว่า 30 ปีมีสัดส่วนสูงกว่าผู้ที่มีอายุต่ำกว่าและผู้ที่มีการศึกษาสูงมีสัดส่วนการมีความรู้ด้านนี้สูงกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาที่ต่ำกว่าเป็นลำดับขึ้นไป พบว่ามีผู้ตอบแบบสอบถามถึงร้อยละ 51.4 ที่ไม่ทราบเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการรักษาความมั่นคงปลอดภัยทางไซเบอร์

สำหรับปัจจัยพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ต มีผู้ตั้งค่าการโพสต์บนโซเชียลมีเดียเป็นสาธารณะร้อยละ 24.6 และมีผู้ที่มักเปิดไฟล์แนบในอีเมลที่ได้รับจากบุคคลที่ไม่รู้จัก ร้อยละ 19.4 สำหรับคำถามปัจจัยการใช้รหัสผ่านมีผู้ตั้งรหัสผ่านให้สอดคล้องกับข้อมูลส่วนบุคคลร้อยละ 63.27 ผู้ที่ตั้งรหัสผ่านให้มีความยาวไม่ต่ำกว่า 8 ตัวอักษร ประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลขและอักขระพิเศษสูงถึงร้อยละ 81.8 ผู้ที่ใช้ 2-factor authentication ในการยืนยันตัวตนร้อยละ 82.46 และร้อยละ 70.6 ของผู้ตอบแบบสอบถามมีการตั้งรหัสผ่านสำหรับแต่ละแอปพลิเคชันเหมือน ๆ กัน ต่อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยความปลอดภัยของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อ พบว่ามีกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงจากการใช้สมาร์ตโฟนเป็นอุปกรณ์หลักในการใช้งานอีเมลถึงร้อยละ 32.9 มีผู้ใช้คอมพิวเตอร์สาธารณะสูงถึงร้อยละ 75.4 แต่พบว่าส่วนใหญ่มีการปฏิบัติที่ถูกต้องหลังเลิกใช้งาน เช่นการล็อกเอาท์ การลบประวัติการใช้งาน เป็นต้น ผู้ตอบคำถามร้อยละ 34.1 อนุญาตให้แอปพลิเคชัน ใช้งานกล้อง หรือการระบุตำแหน่งตลอดเวลา และผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 73 ตระหนักถึงความไม่ปลอดภัยของการใช้ Wi-Fi สาธารณะ

ปัจจัยการใช้และดูแลแอปพลิเคชัน มีเพียงร้อยละ 57.1 ที่มีการตั้งค่าการปรับปรุงแอปพลิเคชันแบบอัตโนมัติและมีเพียงร้อยละ 67 ที่ได้ทำการสำรองข้อมูลไว้เป็นประจำบนอุปกรณ์ภายนอกอื่นหรือบนคลาวด์

4.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตระหนักรู้ความปลอดภัยทางไซเบอร์

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยสถิติเชิงพรรณนา พบว่าปัจจัยแต่ละตัวมีคะแนนเฉลี่ยในช่วง 3.51-4.50 ในทุก ๆ ด้าน สรุปได้ว่าผู้ตอบแบบสอบถาม “เห็นด้วย” กับปัจจัยต่าง ๆ และการตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณวิธี Stepwise พบว่ามีเฉพาะปัจจัยด้าน ความรู้ความเข้าใจในเรื่องภัยคุกคามทางไซเบอร์ (X2) ความปลอดภัยของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อ (X3) และพฤติกรรมของผู้ใช้งาน (X5) เท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อการตระหนักรู้ความปลอดภัยทางไซเบอร์ ที่ระดับนัยยะสำคัญทางสถิติ 0.05 ซึ่งปัจจัยที่ไม่มีอิทธิพลคือ การตั้งรหัสผ่าน (X1) และ การใช้และดูแลแอปพลิเคชัน (X4) ได้ถูกตัดทิ้งไปและได้ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณวิธี stepwise

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	P-Value
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	1.60	.19	.00	8.57	.000
X2	.24	.04	.28	6.38	.000
X3	.09	.04	.11	2.41	.016
X5	.34	.04	.36	8.19	.000

5. สรุปผลและอภิปรายผล

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตระหนักรู้ความปลอดภัยทางไซเบอร์จากการเก็บข้อมูลตัวอย่างจากนักศึกษาตั้งแต่ระดับ ปวช. ปวส. ปริญญาตรี ปริญญาโท และ ปริญญาเอก ในมหาวิทยาลัย จากปัจจัยที่ตั้งสมมติฐานไว้ 5 ปัจจัย พบว่ามี 3 ปัจจัยที่ส่งผลทางบวก ได้แก่ ปัจจัยความรู้ความเข้าใจในเรื่องภัยคุกคามทางไซเบอร์ ปัจจัยความปลอดภัยของอุปกรณ์และการเชื่อมต่อและปัจจัยพฤติกรรมของผู้ใช้งาน และมี 2 ปัจจัยที่ไม่ส่งผล ได้แก่ปัจจัยการตั้งรหัสผ่าน และปัจจัยการใช้และดูแลแอปพลิเคชัน ซึ่งการทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลรวมทั้งโมเดลที่ได้ สามารถนำไปใช้ในการ พยากรณ์โอกาสในการถูกโจมตีทางไซเบอร์ได้ และทำให้ทราบว่าการป้องกันการถูกโจมตีทางไซเบอร์ที่ดีที่สุดก็คือการให้ความรู้ความเข้าใจในการใช้งานอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ใช้รู้เท่าทันภัยคุกคามรูปแบบต่างๆ การสำรองข้อมูลรวมทั้งการหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ จะทำให้ผู้ใช้ลดโอกาสจากการถูกโจมตีทางไซเบอร์ได้ ทั้งนี้สอดคล้องกับ(Alqahtani, 2022) ที่กล่าวว่าสถาบันการศึกษาควรให้นักศึกษาได้รับการอบรมที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้มีพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตที่พึง

ประสงค์ ทั้งนี้ในการศึกษายังพบว่าเพศหญิงและเพศชายมีการตระหนักรู้ภัยคุกคามทางไซเบอร์ไม่แตกต่างกัน แต่ผู้ที่มีอายุต่างกัน และผู้ที่อยู่ในระดับการศึกษาที่ต่างกันมีการตระหนักรู้ต่างกันอย่างน้อย 1 ด้าน

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจเชิงซ้อน (Coefficient of Multiple Determination) หรือ $R^2 = 0.35$ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำ ในการวิจัยในอนาคตควรเพิ่มจำนวนตัวแปรต้น และจำนวนคำถามในแต่ละตัวแปรต้นให้มากขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (ม.ป.ป.) *สถิติการศึกษา*. สืบค้น 12 กรกฎาคม 2565, จาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/03.aspx>
- Alotaibi, F. F. G. (2019). *Evaluation and Enhancement of Public Cyber Security Awareness* (Thesis). University of Plymouth. Retrieved from <https://pearl.plymouth.ac.uk/handle/10026.1/14209>
- Alqahtani, M. A. (2022). Factors Affecting Cybersecurity Awareness among University Students. *Applied Sciences*, 12(5), 2589. <https://doi.org/10.3390/app12052589>
- Alzubaidi, A. (2021). Measuring the level of cyber-security awareness for cybercrime in Saudi Arabia. *Heliyon*, 7(1), e06016. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06016>
- Ani, U. D., He, H., & Tiwari, A. (2019). Human factor security: Evaluating the cybersecurity capacity of the industrial workforce. *Journal of Systems and Information Technology*, 21(1), 2–35. <https://doi.org/10.1108/JSIT-02-2018-0028>
- Butavicius, M., Parsons, K., Lillie, M., McCormac, A., Pattinson, M., & Calic, D. (2020). When believing in technology leads to poor cyber security: Development of a trust in technical controls scale. *Computers & Security*, 98, 102020. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2020.102020>
- Garba, A., Siraj, M., Alhaji Musa, M., & Othman, S. (2020). *A Study on Cybersecurity Awareness Among Students in Yobe: A Quantitative Approach*. 41–49.
- Gratian, M., Bandi, S., Cukier, M., Dykstra, J., & Ginther, A. (2018). *Correlating human traits and cyber security behavior intentions*. *Computers & Security*, 73, 345–358. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2017.11.015>
- Holdsworth, J., & Apeh, E. (2017). An Effective Immersive Cyber Security Awareness Learning Platform for Businesses in the Hospitality Sector. *2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)*, 111–117. <https://doi.org/10.1109/REW.2017.47>
- Kovačević, A., Putnik, N., & Tošković, O. (2020). Factors Related to Cyber Security Behavior. *IEEE Access*, 8, 125140–125148. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007867>
- Lesjak, D., Zwilling, M., & Klein, G. (2019). *CYBER CRIME AND CYBER SECURITY AWARENESS AMONG STUDENTS: A COMPARATIVE STUDY IN ISRAEL AND SLOVENIA*.
- ProSpace. Cyber threat 5 ภัยคุกคามทางไซเบอร์ ที่ธุรกิจต้องเผชิญหลังโรคระบาด. (2022). สืบค้น 13 กุมภาพันธ์ 2565, จาก <https://prospace.services/cybersecurity-threats-business-2021/>
- ThaiPublica. รายงานเผยทั่วโลกพบสถิติจ่ายค่าไถ่ให้มัลแวร์ ปี'64 ไทยโดนโจมตีติดอันดับ 6 เอเชียแปซิฟิก (2022). สืบค้น 20 เมษายน 2565, จาก <https://thaipublica.org/2022/04/paloalto-unit-42-ransomware-threat-2022-report/>

-
- Tirumala, S. S., Valluri, M. R., & Babu, G. (2019). A survey on cybersecurity awareness concerns, practices and conceptual measures. *2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2019.8821951>
- Zwilling, M., Klien, G., Lesjak, D., Wiechetek, Ł., Çetin, F., & Basım, N. (2022). Cyber Security Awareness, Knowledge and Behavior: A Comparative Study. *Journal of Computer Information Systems*, 62, 82–97. <https://doi.org/10.1080/08874417.2020.1712269>

การประยุกต์ใช้โกลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบปั้นจั่น ภายในบริษัทผลิตปุ๋ยเคมีแห่งหนึ่ง

Application of Glide Apps and Line Notification for Crane Inspection, Chemical Fertilizer Company

ปิยะณัฐ ปลอดฤทธิ์^{1*} และ สุภารัตน์ ชัยกิตติภรณ์²

^{1, 2} สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลการตรวจสอบปั้นจั่น และติดตามการตรวจสอบปั้นจั่นได้สะดวก 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบปั้นจั่น กลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจงในพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปั้นจั่นทุกคน จำนวนรวมทั้งสิ้น 40 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมโกลด์แอป การแจ้งเตือนด้วยไลน์ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบปั้นจั่น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการทดลอง พบว่า แอปพลิเคชันตรวจสอบปั้นจั่นช่วยป้องกันการสูญหายของข้อมูลการตรวจสอบปั้นจั่นได้ และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความสะดวกในการติดตามข้อมูลการตรวจสอบการใช้งานปั้นจั่นผ่านระบบออนไลน์ สามารถตรวจสอบการทำงานผ่านไลน์ได้ตลอดเวลา ผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบปั้นจั่น อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.46, S.D. = 0.61) โดยมีความพึงพอใจด้านการออกแบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.36, S.D. = 0.62) และมีความพึงพอใจด้านการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.41, S.D. = 0.60) งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริงในสถานประกอบการ สอดคล้องกับนโยบายของทางบริษัทในการนำเทคโนโลยีไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: โกลด์แอป การตรวจสอบปั้นจั่น การแจ้งเตือนทางไลน์

Abstract

This research aims 1) To prevent the loss of crane inspection data and convenient monitoring of crane inspection and 2) To evaluate the satisfaction of crane inspection application. The samples were all crane workers in the amount of 40 samples by using the purposive sampling method. Research tools included the Glide app program, line notification and the satisfaction questionnaire on using the crane inspection application. The statistics used in the data analysis were percentage, mean and standard deviation. The results showed that the crane inspection application reduce the loss of crane inspection data. And those involved were convenient to track the inspection information of crane usage via the online system and could check the work via Line at any time. The research results showed the satisfaction of the crane inspection application was at a high level ($\bar{x}$ = 4.38, SD = 0.61). Satisfaction about the application design was at a high level ($\bar{x}$ = 4.36, SD = 0.62) and had a high level of satisfaction in use ($\bar{x}$ = 4.41, SD = 0.60). This show the develop applications can be implement in real-life establishments. Consistent with the company's policy to use technology in industrial applications.

Keywords: Glide Apps, Crane inspection, Line notification

* Corresponding author : Piyanat445445@gmail.com

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าและมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยมีแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมเป็นกรอบที่ใช้ในการผลักดันให้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นกลไกที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ยกย่องคุณภาพชีวิตของประชาชน อันจะนำไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ตามนโยบายของรัฐบาล ทำให้เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก โดยยุทธศาสตร์ของการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมต่างมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อขับเคลื่อนในทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นการผลิต การบริการ ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของหลายประเทศ แต่ละประเทศจึงให้ความสำคัญในการเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน การกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศด้านต่าง ๆ (มาลินี คำเครือ, 2563)

บริษัทผลิตปุ๋ยเคมีแห่งหนึ่งในอำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีการใช้ป้อนจั่นชนิดเหนือศีรษะในการยกสิ่งของขึ้นบนที่สูง การใช้งานป้อนจั่นทุกครั้งต้องมีการกรอกแบบฟอร์มตรวจสอบสภาพความพร้อมก่อนการใช้งานในแต่ละพื้นที่ที่มีการติดตั้งป้อนจั่น โดยพนักงานจะตรวจสอบสภาพความปลอดภัยของส่วนประกอบต่าง ๆ ของป้อนจั่น ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและเกิดความปลอดภัยกับตัวพนักงานอยู่เสมอ ในการตรวจสอบแต่ละครั้งมักจะพบปัญหาต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลสูญหายจากการที่แบบฟอร์มการตรวจสอบเสียหายหรือแบบฟอร์มสูญหาย เนื่องจากแบบฟอร์ม 1 แผ่น จะใช้ตรวจสอบ 20 ครั้ง นอกจากนี้ยังพบว่า บางครั้งพนักงานตรวจสอบป้อนจั่นไม่ครบถ้วน หรือไม่มีการตรวจสอบก่อนการใช้งานป้อนจั่น และหัวหน้างานอาจไม่ได้ตรวจสอบซ้ำเนื่องจากไม่ได้ลงในอาคารผลิต ทำให้หน่วยงานความปลอดภัยไม่ทราบข้อมูลการตรวจสอบสภาพของป้อนจั่น โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันตรวจสอบป้อนจั่น และการแจ้งเตือนการใช้งาน จะสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลออนไลน์และแจ้งเตือนไปยังไลน์กลุ่มหน่วยงานความปลอดภัย และหัวหน้างานทำให้ทราบถึงการใช้งานของป้อนจั่นที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ได้โดยทันที เพื่อให้เกิดประโยชน์กับพนักงานทุกคนที่มีการปฏิบัติงานกับป้อนจั่น คือพนักงานผู้ปฏิบัติงานเกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยทราบถึงการใช้งานในทุก ๆ ครั้ง รวมทั้งทราบถึงการชำรุดในส่วนประกอบต่าง ๆ ของป้อนจั่น และสามารถแจ้งแก้ไขหรือซ่อมบำรุงได้ทันที โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ถึงขั้นหยุดกระบวนการผลิต ซึ่งมีผลต่อความน่าเชื่อถือในด้านการประกอบธุรกิจ

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันไกลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบป้อนจั่น เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลการตรวจสอบป้อนจั่น ทำให้การตรวจสอบป้อนจั่นเกิดความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน มีฐานข้อมูลออนไลน์สามารถตรวจสอบได้ สามารถแจ้งเตือนการตรวจสอบป้อนจั่นไปยังไลน์กลุ่มที่ประกอบไปด้วยหน่วยงานความปลอดภัย และหัวหน้างาน และยังสอดคล้องกับนโยบายของสถานประกอบการในด้านการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาหน่วยงานอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูลการตรวจสอบป้อนจั่น และติดตามการตรวจสอบป้อนจั่นได้สะดวก
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบป้อนจั่น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ พนักงานบริษัทผลิตปุ๋ยเคมีจำนวน 450 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับป้อนจั่นทุกคนที่ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจงจากฝ่ายวิศวกรรมเครื่องกล ฝ่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ฝ่ายผลิตปุ๋ย และฝ่ายปฏิบัติการท่าเรือ จำนวน 40 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. โปรแกรมไกลด์แอป (Glide App) เป็นโปรแกรมที่ใช้ออกแบบแอปพลิเคชัน โดยมีหัวข้อในการตรวจสอบให้เป็นไปตามแบบฟอร์ม ดังนี้

1.1 ตรวจสอบปุ่มควบคุม

1.2 ตรวจสอบชุดลิ้มรส

1.3 ตรวจสอบตะขอ

1.4 ตรวจสอบสลิง

1.5 ตรวจสอบสภาพโซ่

1.6 ตรวจสอบอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย

2. โหลโนติฟาย (Line notify) ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับบัญชีผู้ใช้งาน เมื่อพนักงานทำการตรวจสอบปั่นจั่นผ่านไคลด์แอป จะมีการแจ้งเตือนมายังกลุ่มไลน์ของหน่วยงานความปลอดภัย และหัวหน้างาน

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบปั่นจั่น โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบปั่นจั่น

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัยสถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชันไคลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบปั่นจั่น ประกอบด้วย

3.4.1 เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบฟอร์มการตรวจสอบสภาพความพร้อมก่อนการใช้งานปั่นจั่นที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบันของบริษัทฯ

3.4.2 กรอกข้อมูลตามหัวข้อที่จะทำการตรวจสอบตามแบบฟอร์มของทางบริษัทฯ ลงในกูเกิลชีท ประกอบด้วยหัวข้อ

1. ตรวจสอบปุ่มควบคุม แบ่งออกเป็น ปุ่มบังคับ และปุ่มหยุดฉุกเฉิน ว่าสภาพปุ่มค้างหรือไม่มีการแตกหรือชำรุดของปุ่มหรือไม่

2. ตรวจสอบชุดลิ้มรสแบ่งออกเป็น รางสั้น และรางยาว ตรวจสอบว่าชุดลิ้มรสทำงานหรือมียางกันกระแทกหรือไม่

3. ตรวจสอบตะขอและชาล็ค ว่าตะขอและชาล็คไม่ได้ถ่างจนเสียรูป ยังสามารถใช้งานได้

4. ตรวจสอบสลิง แบ่งออกเป็น ลิมิต (เมื่อสลิงขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด) กดปุ่มบังคับสลิงเปล่าขึ้นลงจนสุด ลิมิตจะทำงานและสลิงจะไม่สามารถขึ้นลงได้อีก และสภาพสลิง เมื่อใช้ผ้าลูบจะต้องไม่มีหนามเกี่ยวผ้า

5. สภาพโซ่ไม่บิดเบี้ยว ไม่หักงอ ไม่เป็นสนิม ไม่ผุกร่อน และใช้มือดึงโซ่กลับไปตามต้องไม่ติดขัด

6. ตรวจสอบอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย แบ่งออกเป็น สัญญาณเสียงเตือน ขณะปั่นจั่นทำงานมีเสียงสัญญาณเตือนหรือแสงวับวาบ หมวกนิรภัย และรองเท้านิรภัย ตรวจสอบว่าผู้ปฏิบัติงานมีการสวมหมวกนิรภัย และรองเท้านิรภัยขณะปฏิบัติงานหรือไม่

3.4.3 นำข้อมูลที่กรอกลงในกูเกิลชีทมาออกแบบแอปพลิเคชันตรวจสอบปั่นจั่นก่อนการใช้งานโดยไคลด์แอป

3.4.4 เขียนโค้ดให้แอปพลิเคชันสามารถแจ้งเตือนไปทางไลน์

3.4.5 อบรมการใช้งานแอปพลิเคชันและการแจ้งเตือนการตรวจสอบปั่นจั่น ให้พนักงานทุกคนที่ปฏิบัติงานกับปั่นจั่นจำนวน 40 คน

3.4.6 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและนำไปทดลองใช้กับหน่วยงานความปลอดภัยและหัวหน้างาน มีค่าความเชื่อมั่น 0.93 แล้วจึงนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปประเมินหลังการอบรม โดยมีเกณฑ์การประเมินระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานในแต่ละประเภท แบ่งเป็น 5 ระดับ ตามเกณฑ์การแบ่งของ วันซพร ไกยราช (2561) ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนใช้เกณฑ์ ดังนี้

1 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

2 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

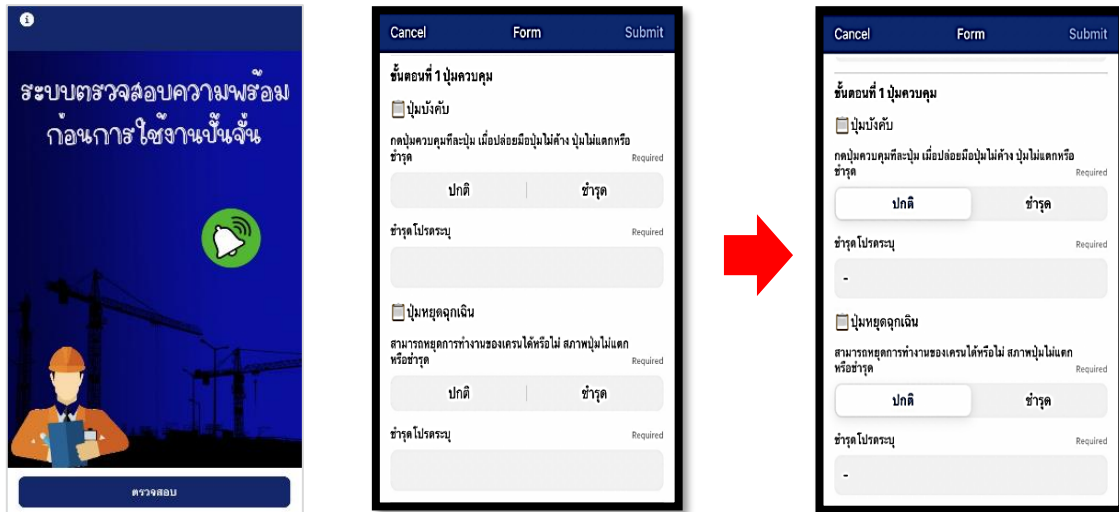
3 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

4 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมาก

5 คะแนน หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

3.4.7 นำคิวอาร์โค้ด (QR Code) การตรวจสอบป็นจันไปติดไว้ในพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้พนักงานได้ใช้งานจริง

3.4.8 ติดตามผลการใช้งานเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ และรวบรวมปัญหาที่พบเพื่อนำไปสู่การแก้ไข



ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างหน้าต่างของโปรแกรมไคลด์แอปที่ใช้ในการตรวจสอบป็นจัน



ภาพที่ 2 แสดงหน้าต่างของไลน์ โนติฟาย

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษา

ผลการวิจัยแสดงดังตาราง ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

(n = 40)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	40	100.0
หญิง	0	0.0
อายุ		
20-25 ปี	5	12.5
26-30 ปี	13	32.5
31-35 ปี	13	32.5
36-40 ปี	2	5.0
40 ปีขึ้นไป	7	17.5
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	0	0.0
มัธยมตอนต้น	0	0.0
มัธยมตอนปลาย	0	0.0
ปวช.	3	7.5
ปวส.	22	55.0
ปริญญาตรี	15	37.5
สูงกว่าปริญญาตรี	0	0.0
ฝ่ายที่ปฏิบัติงาน		
ฝ่ายวิศวกรรมเครื่องกล	18	45.0
ฝ่ายวิศวกรรมไฟฟ้า	10	25.0
ฝ่ายผลิตปุ๋ย	6	15.0
ฝ่ายวิศวกรรมไฟฟ้า	6	15.0
ฝ่ายวิศวกรรมเครื่องกล	18	45.0

จากตารางที่ 1 แสดงจำนวน ร้อยละผู้เข้าร่วมอบรม พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายทั้งหมด จำนวน 40 คน คิดเป็น ร้อยละ 100 ส่วนใหญ่อายุ 26-30 ปี และอายุ 31-35 ปี จำนวน 13 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 32.5 ระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ใน ระดับ ปวส. จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55.0 ระดับปริญญาตรี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 และระดับ ปวช. จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นฝ่ายวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 45.0 ฝ่ายวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 25.0 ฝ่ายผลิตปุ๋ย และฝ่ายปฏิบัติการท่าเรือ จำนวน 6 คนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 15.0

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

(n = 40)

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ	แปลผล
ด้านการออกแบบ			
1. ขนาดของตัวอักษรมีความเหมาะสมบนจอแสดงผล	4.30	0.57	มาก
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้อธิบายเพื่อสื่อความหมาย	4.55	0.64	มากที่สุด
3. หมวดหมู่หัวข้อที่ใช้ในแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม	4.25	0.63	มาก
4. การจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอน ต่อเนื่อง เข้าใจง่าย	4.35	0.70	มาก
5. การจัดวางองค์ประกอบแอปพลิเคชันเหมาะสมกับการใช้งาน	4.38	0.63	มาก
6. ภาษาที่ใช้ถูกต้องและเข้าใจง่าย	4.18	0.68	มาก
7. รูปแบบการแสดงผลเข้าใจง่าย	4.45	0.55	มาก
8. การใช้สีสันทันมีความเหมาะสมสวยงาม	4.48	0.51	มาก
9. แอปพลิเคชันออกแบบได้สวยงามทันสมัย	4.30	0.65	มาก
10. ความน่าสนใจของแอปพลิเคชัน	4.43	0.64	มาก
ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบ	4.36	0.62	มาก
ด้านการใช้งาน			
1. ใช้งานได้ราบรื่น ต่อเนื่อง ไม่ติดขัด	4.30	0.52	มาก
2. สะดวกและรวดเร็วต่อการบันทึกข้อมูล	4.73	0.51	มากที่สุด
3. ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานแอปพลิเคชันได้ง่าย	4.63	0.49	มากที่สุด
4. ความรวดเร็วในการประมวลผลของแอปพลิเคชัน	4.28	0.60	มาก
5. มีการอธิบายในแต่ละส่วนของการใช้งานได้ครบถ้วน	4.25	0.67	มาก
6. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล	4.30	0.72	มาก
7. แอปพลิเคชันสามารถช่วยให้ทำงานได้รวดเร็ว	4.40	0.63	มาก
8. สามารถใช้งานได้ทั้งในระบบ Android และ IOS	4.43	0.55	มาก
9. มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน ลดพื้นที่จัดเก็บเอกสาร	4.38	0.59	มาก
10. ความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.43	0.64	มาก
ค่าเฉลี่ยด้านการใช้งาน	4.41	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.46	0.61	มาก

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันในภาพรวมทั้ง 2 ด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในภาพรวมของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.46, S.D.= 0.61) โดยด้านการออกแบบมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.36, S.D.= 0.62) โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้อธิบายเพื่อสื่อความหมาย ($\bar{x}$ = 4.55, S.D.= 0.64) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คือ การใช้สีสันทันมีความเหมาะสม สวยงาม ($\bar{x}$ = 4.48, S.D.= 0.51) และรูปแบบการแสดงผลเข้าใจง่าย ($\bar{x}$ 4.45, S.D.= 0.55) ในด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.41, S.D.= 0.60) โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ได้แก่ สะดวกและรวดเร็วต่อการบันทึกข้อมูล ($\bar{x}$ = 4.73, S.D.= 0.51) รองลงมา คือ ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานแอปพลิเคชันได้ง่าย ($\bar{x}$ = 4.63, S.D.=0.49) และความพึงพอใจโดยรวมในการใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.43, S.D.= 0.55)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้ไกลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบปื้นจัน สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

1. มีการประยุกต์ใช้ไกลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบปื้นจัน สามารถป้องกันการสูญหายของข้อมูลการตรวจสอบปื้นจันได้ โดยข้อมูลจะแสดงในฐานข้อมูลออนไลน์ หน่วยงานความปลอดภัยและหัวหน้างานติดตามการทำงานได้สะดวก รวดเร็วขึ้น สร้างความน่าเชื่อถือในการประกอบธุรกิจ สอดคล้องกับงานวิจัยของ นครินทร์ สนุกพันธ์ (2560) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อช่วยในการควบคุมงานก่อสร้างภายในหน่วยงาน กรณีศึกษา โครงการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี พบว่า หลังจากใช้งานแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้จริง ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างได้ทราบถึงความก้าวหน้าของโครงการช่วยอำนวยความสะดวกในการสื่อสาร ควบคุมงานก่อสร้างและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันที ทันเวลา และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมธิ พิทุรพงศ์ (2561) ศึกษาเรื่อง การใช้แอปพลิเคชันไลน์ในกระบวนการทำงาน กรณีศึกษา บริษัท สหผลิตภัณฑ์ พาณิชย์ จำกัด พบว่า การใช้แอปพลิเคชันไลน์ในกระบวนการทำงานในองค์กรช่วยให้การสื่อสารสะดวกรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย

2. กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันตรวจสอบปื้นจัน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.46$, S.D. = 0.61) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชินวัจน์ งามวรรณกร (2562) ศึกษาเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับนักสารสนเทศ ผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวมสำหรับผู้ใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.19$, S.D. = 0.54) รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ รวิพร จรุงพันธ์เกษม (2564) ศึกษาเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยเหลือผู้ประกอบการในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สินค้าภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่สากล โดยภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจแอปพลิเคชันช่วยเหลือผู้ประกอบการในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่สากล ($\bar{x} = 4.78$, S.D. = 0.24) อยู่ในระดับดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ช่อทิพย์ ส่งแสง และคณะ (2562) ศึกษาเรื่องแอปพลิเคชันการตลาดออนไลน์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษา บริษัท สวรา อินทิเกรชั่น จำกัด ความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.24$, S.D. = 0.60)

การวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้ไกลด์แอป และการแจ้งเตือนทางไลน์สำหรับตรวจสอบปื้นจันส่งผลดีต่อหน่วยงาน โดยช่วยป้องกันการสูญหายของข้อมูลการตรวจสอบปื้นจัน มีฐานข้อมูลการตรวจสอบปื้นจันออนไลน์สามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลา หน่วยงานความปลอดภัยและหัวหน้างานสามารถติดตามผลการใช้งานปื้นจันผ่านการแจ้งเตือนได้โดยทันที และยังมีประโยชน์ต่อตัวพนักงานทุกคนที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปื้นจัน ทำให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. สถานประกอบการควรจัดหาโทรศัพท์ หรือ แท็บเล็ตที่เป็นเครื่องส่วนกลางของหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อช่วยสนับสนุนการใช้งานให้สะดวกมากยิ่งขึ้น
2. หน่วยงานความปลอดภัยสามารถปรับปรุงแอปพลิเคชันโดยการทำให้แอปพลิเคชันในรูปภาพขณะตรวจสอบได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินการวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

ชินวัจน์ งามวรรณกร. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับนักสารสนเทศ. สืบค้น 25 เมษายน 2565, จาก <https://www.yru.ac.th>

- ช่อทิพย์ ส่งแสง, ปิยฉัตร จันทิมา, สุจินันท์ แดดภู, และหทัยรัตน์ เกตุมณีชัยรัตน์. (2562). แอปพลิเคชันการตลาดออนไลน์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กรณีศึกษา บริษัท สวรรา อินทิเกรชั่น จำกัด. สืบค้น 25 เมษายน 2565, จาก <https://ph01-ohno.tci-thaijo.org/index.php/rmutt-journal/article/view/205352>
- นครินทร์ สุนกพันธ์. (2560). การพัฒนาโปรแกรมโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อช่วยในการควบคุมงานก่อสร้างภายในหน่วยงาน : กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. สืบค้น 28 เมษายน 2565, จาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/handle/123456789/7965>
- มาลินี คำเครือ. (2563). การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันด้วยการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ในเขตเมืองกาญจนบุรี. สืบค้น 23 พฤษภาคม 2565, จาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/download/240175/163982/831772>
- รวีพร จรุงพันธ์เกษม. (2564). การพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยเหลือผู้ประกอบการในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สินค้าภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่สากล. สืบค้น 13 เมษายน 2565, จาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jssr/article/download/253574/171250>
- วันชพร ไกยราช. (2561). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดเพื่อส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับสวนพฤกษศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีพิจิตร. สืบค้น 20 เมษายน 2565, จาก http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2018_08_26_12_33_35.pdf
- สมธิ พิฑูรพงศ์. (2561). การใช้แอปพลิเคชันไลน์ในกระบวนการทำงาน กรณีศึกษา บริษัท สหผลิตภัณฑ์พาณิชย์ จำกัด. สืบค้น 24 พฤษภาคม 2565, จาก <http://dspace.bu.ac.th/jspui/handle/123456789/3440>
- David Siegel. (2559). *Glide Apps* [Mobile application software]. จาก <https://www.glideapps.com/>
- LINE Corpoation. (2564). *LINE Notify* [Mobile application software]. จาก <https://notifybot.line.me/th/>

การสอนโค้ดดิ้งผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง

Coding Instruction Through Learning Activity on Tourist Attraction Route Planning in Wiang Kalong City

พิมพ์พลอย หงษ์ทอง

Pimplooy Hongthong

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้สร้างกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ที่บูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์และโค้ดดิ้ง และได้กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง โดยมีวัตถุประสงค์ 1.เพื่อนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง 2.เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโค้ดดิ้งโดยใช้บริบทของท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วม 3.เพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านฮ่างตำ จังหวัดเชียงราย ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง จำนวน 7 แผน แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบบันทึกหลังการสอน ผลการศึกษาทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางเมืองเวียงกาหลง จำนวน 7 แผน ที่เป็นแผนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 มีทักษะด้านโค้ดดิ้ง ด้วยการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการนำแผนจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้วางแผนเส้นทางท่องเที่ยว สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโค้ดดิ้งโดยใช้บริบทของท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมได้เป็นอย่างดี มีการพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: การสอนโค้ดดิ้ง กิจกรรมการเรียนรู้ การวางแผนเส้นทาง

Abstract

A learning activity based on a combination of mathematic and coding has been created in this independent study. The learning activity on coding instruction through learning activity on tourist attraction route planning in Wiang Kalong City is an integration of mathematics and coding. The objectives of this study were 1) to apply mathematical knowledge for planning tourist attraction routes in Wiang Kalong 2) to plan instruction activities that combine mathematical knowledge and coding based on local activities 3) to develop analytical thinking skills, systematic problem solving skills of the 5th grade students. Sample of this study were 30 students of the 5th grade students whose studied at Ban Hang Tam School, Pa Ngio Subdistrict, Wiang Pa Pao District, Chiang Rai Province, in Academic Year 2021. The research instruments include seven learning activities on tourist attraction route planning in Wiang Kalong City, the professional assessment form on learning activities, student learning record form, and post teaching record form. Results led to a set of seven learning activities on tourist attraction route planning in Wiang

Kalong City. These learning activities improved coding skill of the 5th grade students through planning tourist attraction route in Wiang Kalong City. Evaluation from four experts indicated that the created activities were suitable for use in learning activities. Its implementation showed that students can apply their mathematical knowledge to design tourist attraction routes and able to relate mathematics and coding through local activities. Results also showed that students improved their analytical and systematic problem solving skills.

Keywords: Coding Instruction, Learning Activity, Tourist Attraction

1. บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐานได้ปรับปรุงหลักสูตรแกน กลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้เพิ่มเติมรายวิชาใหม่ในกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) มีจุดเน้นเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถที่เทียบ กับนานาชาติมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่างเป็นระบบ สามารถพัฒนา นวัตกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศอย่าง สร้างสรรค์ เป็นพลเมืองดิจิทัลที่มีคุณภาพและมีทักษะแห่ง ศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ผู้ศึกษาจึงสนใจการจัดการเรียนการสอน Coding โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ (Unplugged Coding) ตามแนวคิด CS Unplugged (Computer Science Unplugged) เป็นแนวคิดการเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับเด็กอนุบาลไปจนถึงชั้นประถมศึกษาเพื่อสร้างความ เข้าใจในหลักการพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ และตรรกศาสตร์โดยไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ แต่ใช้กิจกรรมปริศนาเกมที่น่าสนใจ เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและบริบทของท้องถิ่น

โรงเรียนบ้านอ่างดำ เป็นโรงเรียนที่บริเวณใกล้เคียงมีสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญของจังหวัด นั่นก็คือ เมืองเวียงกาหลง ภายใน เมืองเวียงกาหลงนั้นมีสถานที่สำคัญ ได้แก่ 1.ศาลเจ้าพ่อเจ้าแม่เวียงกาหลง 2.พระอุโบสถวิหารหลวง 3.ลานแม่กาขาว 4.ศาลาพระ สยามเทวธิดา 5.ศาลาพระโพธิ์สัตว์ 6.ศาลาพระศรีอารีย 7.ศาลาพระแม่ธรณี 8.หมู่บ้านสีลห้า 9.ศาลาธรรมิกราช 10.วัดเวียงกาหลง ซึ่งเป็นแหล่งโบราณสถานซึ่งมีความเก่าแก่และมีประวัติความเป็นมาที่น่าสนใจ ทำให้ผู้สนใจเดินทางเข้ามา ท่องเที่ยว เพื่อสักการะสิ่ง ศักดิ์สิทธิ์ภายในวัดเป็นจำนวนมาก เพราะเชื่อกันว่าการได้ทำบุญปฏิบัติธรรมจะนำมาซึ่งความเป็น สิริมงคลแก่ชีวิต แต่ยังมีนักท่องเที่ยว อีกจำนวนไม่น้อยที่ต้องประสบกับปัญหาในด้านเส้นทางการเดินทางทำให้ไม่สามารถไหวสักการะสิ่งศักดิ์สิทธิ์ได้ครบตามที่ตั้งใจไว้ได้ ทั้งนี้การเดินทางไปสักการะให้ครบทุกสถานที่ต้องใช้เวลาอย่างมาก และเส้นทางในการเข้าถึงสถานที่ต่างๆ แต่ละเส้นทางมีระยะทางที่ แตกต่างกัน ซึ่งถือว่าเป็นปัญหาสำคัญสำหรับนักท่องเที่ยวอย่างมาก

ด้วยความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำความรู้เรื่องทฤษฎีกราฟ มาประยุกต์ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโค้ดดิ้ง และใช้ บริบทของท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมเป็นสื่อในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่าง เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการค้นหา ประเมิน จัดการ พร้อมทั้งนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยต้องการศึกษาวิธีการหาระยะทางที่สั้นที่สุดสำหรับการเดินทางสักการะสิ่งศักดิ์สิทธิ์ เมืองวัฒนธรรมเวียงกาหลง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง
2. เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโค้ดดิ้งโดยใช้บริบทของท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วม
3. เพื่อพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา คือ แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองวัฒนธรรมเวียงกาหลง จำนวน 7 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 แผนผังเมืองเวียงกาหลง แผนที่ 2 ใครจะไปถึงวัดก่อนกัน แผนที่ 3 โปรแกรมท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง แผนที่ 4 เว้นระยะห่าง แผนที่ 5 เที่ยวเมืองเวียงกาหลงปลอดภัยห่างไกลโควิด 19 แผนที่ 6 อยู่ตรงไหนกันบ้างเอ่ย แผนที่ 7 คำนวณการเดินทาง

ขอบเขตด้านกลุ่มที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านอ่างตำ อำเภอยางป่าเป้า จังหวัดเชียงราย จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

3.2.1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองวัฒนธรรมเวียงกาหลง จำนวน 7 แผน

3.2.2. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาการคำนวณ จำนวน 2

3.2.3. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยเขียนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

3.2.4. แบบบันทึกหลังการสอน เป็นบันทึกเกี่ยวกับผลและปัญหาของการจัดกิจกรรมของผู้วิจัย โดยบันทึกผลที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม ซึ่งบันทึกลงในแบบบันทึกที่อยู่แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมครั้งต่อไป

3.3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับ Coding โดยใช้บริบทของท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วม ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน โดยแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ ชิ้นงาน กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ เครื่องมือและวิธีการวัดและประเมินผล

3.3.2. สร้างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3. แบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นการให้นักเรียนเขียนความรู้ที่ได้รับจากการทำกิจกรรม

3.3.4. แบบบันทึกหลังการสอน

3.4 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์และวิทยาการคำนวณ จำนวน 4 ท่าน ประเมินโดยใช้แบบประเมินพร้อมให้ข้อเสนอแนะ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง ไปใช้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยนำไปใช้สอนนักเรียนจำนวน 30 คน และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เพื่อพิจารณาข้อบกพร่องของกิจกรรมการเรียนรู้และชิ้นงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3.5.การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความเหมาะสม และหาค่าสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียน จากนั้นนำเสนอผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การพรรณนาความ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างกิจกรรม

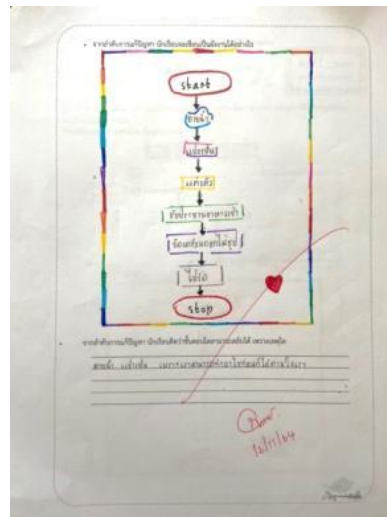
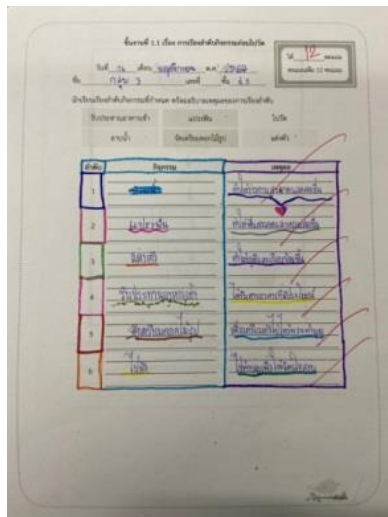
ผลการนำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลงไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านฮ่างต้า อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย จำนวน 30 คน มีรายละเอียดดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แผนผังเมืองเวียงกาหลง จำนวน 3 ชั่วโมง

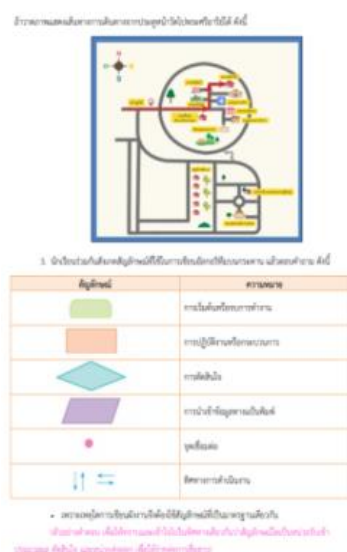
แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเขียนลำดับขั้นตอนการทำงานในรูปแบบผังงานตามกิจกรรมที่กำหนด มีความกระตือรือร้นในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ส่วนใหญ่สามารถปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดได้ หลังจากทำกิจกรรมครูได้ให้นักเรียนออกมานำเสนอ กลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ผลการประเมินชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก โดยนักเรียนสามารถสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน ดังนี้ อัลกอริทึมหรือผังงานเป็นการเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยแสดงให้เห็นแนวทางการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามustทำความเข้าใจกับปัญหา แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมซึ่งอาจมีได้หลายวิธี



ภาพที่ 1 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 1



- เริ่มต้น
1. ไปที่ประตูหน้าวัด
 2. เดินตรงไปจนถึงศาลเจ้าพ่อเจ้าแม่
- เวียงกาหลง
3. เลี้ยวซ้าย
 4. เดินตรงไปจนถึงพระโพธิสัตว์
 5. เลี้ยวขวา
 6. ถึงพระศรีอารีย
- จบ



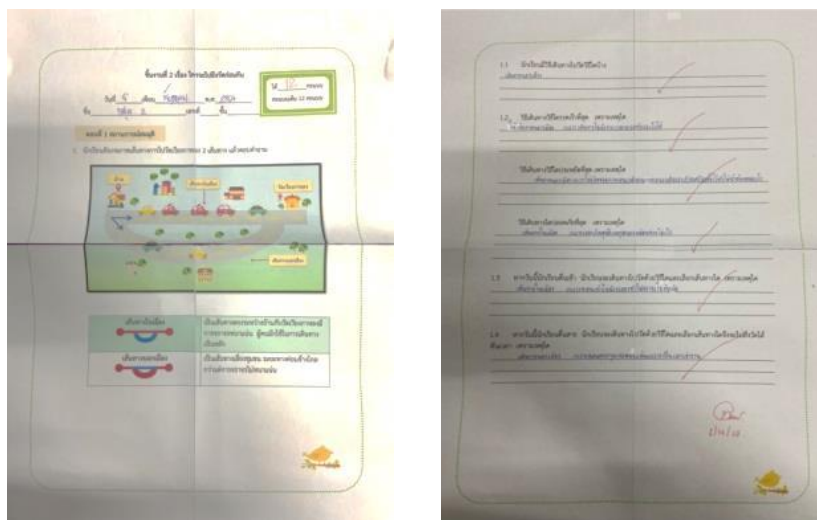
ภาพที่ 2 กิจกรรมประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ใครจะไปถึงวัดก่อนกัน จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนอธิบายการเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา เห็นความสำคัญของการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ หลังการทำชิ้นงานที่ 2 ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน ผลการประเมินชิ้นงานที่ 2 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก โดยนักเรียนสามารถสรุปสิ่งที่เข้าใจเป็นความรู้ร่วมกัน ดังนี้ ปัญหาบางปัญหามีวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายวิธี ควรให้ความสำคัญของการแก้ปัญหาแต่ละวิธีเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา แล้วใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม



ภาพที่ 3 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 2

1. นักเรียนร่วมกันสนทนาและตอบคำถามเกี่ยวกับการเดินทางไปวัดเรียงทางหลง โดยใช้คำถาม ดังนี้
 - นักเรียนเดินทางไปวัดเรียงทางหลงด้วยวิธีใดบ้าง เขียนคำตอบของนักเรียนเป็นแผนภาพความคิดบนกระดาน



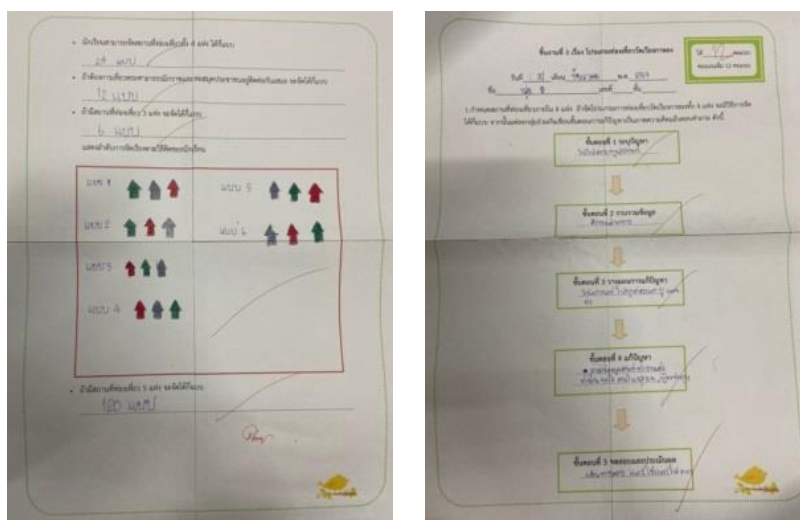
ภาพที่ 4 กิจกรรมประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โปรแกรมท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง สามารถวิเคราะห์ปัญหาของตนเองได้ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา และเห็นความสำคัญของขั้นตอนการแก้ปัญหาในการนำไปแก้ไขปัญหาของ

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มพบว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนว่ามีลักษณะอย่างไร โดยสามารถเขียนสรุปความคิดรวบยอดเป็นแผนภาพความคิดได้ถูกต้อง ส่งผลให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่อไปได้อย่างสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด หลังการทำกิจกรรมครูได้ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ชิ้นงานที่ 3 เรื่อง โปรแกรมท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง ถ้าต้องการจัดโปรแกรมการท่องเที่ยวจะมีวิธีจัดได้กี่แบบ จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นแผนภาพความคิด ซึ่งแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเขียนวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงประเด็น มีความละเอียดชัดเจน ผลการประเมินชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก



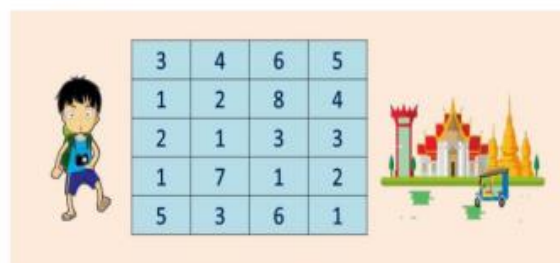
ภาพที่ 5 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 3

5. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนว่ามีลักษณะอย่างไร โดยเขียนสรุปความคิดรวบยอดเป็นภาพความคิดบนกระดาษ แล้วตอบคำถาม ดังนี้



สถานการณ์ตัวอย่าง

เด็กคนหนึ่งจะเดินทางไปวัดเวียงกาหลงอยู่อีกด้านหนึ่ง แต่การเดินทางนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายตามที่กำหนดในตาราง นักเรียนจะหาเส้นทางที่พาเด็กเดินผ่านไปได้อย่างไรโดยให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และการเดินทางนั้นจะต้องเดินทางขึ้นหรือลง ไปทางซ้ายหรือขวา ไม่สามารถเดินทางในแนวทแยงหรือแนวเฉียงได้



ภาพที่ 6 กิจกรรมประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เว้นระยะห่าง จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนออกแบบการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะในชีวิตประจำวันได้ และเห็นประโยชน์ของการใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม “อะไรแพงกว่ากัน” โดยใช้เวลา 20 นาทีในการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ทำกิจกรรมเสร็จและถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนด หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูครูให้แต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ชิ้นงานที่ 4 เรื่อง การเว้นระยะห่าง จากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาแล้วตอบถาม พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตรงประเด็น ผลงานมีความครบถ้วน สมบูรณ์ดีมาก และส่งงานได้ตรงตามเวลาที่กำหนดทุกกลุ่ม ผลการประเมินชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก



ภาพที่ 7 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 4

กิจกรรม อะไรแพงกว่ากัน

ให้นักเรียนช่วยแก้ปัญหา พร้อมอธิบายวิธีคิด

ใบเตยซื้อดอกไม้มากจำนวนหนึ่ง

हुดีซื้อดอกบัวมากที่สุดเท่าที่เงินที่มีอยู่จะซื้อได้

จากนั้นนำเงินที่เหลือจากการซื้อดอกบัว มาซื้อดอกมะลิ

อะไรแพงกว่ากัน

ระหว่างดอกบัว 1 ดอก กับ ดอกมะลิ 1 ดอก

คำตอบ

วิธีคิด

.....

.....

.....

.....

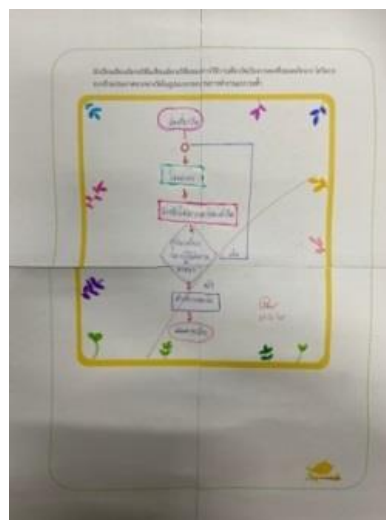
ภาพที่ 8 กิจกรรมประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เที้ยวเมืองเวียงกาหลงปลอดภัยห่างไกลโควิด 19 จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์ให้นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ สามารถแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ และเห็นประโยชน์ของกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจถึงกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำ จากตัวอย่างในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี สามารถยกตัวอย่างกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำได้ถูกต้อง หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาป้ายประกาศขอความร่วมมือจากทางวัดเวียงกาหลง จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ชิ้นงานที่ 5 เรื่อง เที้ยววัดเวียงกาหลงปลอดภัยห่างไกลโควิด 19 ให้แต่ละกลุ่มออกมำเสนอการเขียนอัลกอริทึมวิธีการเที้ยววัดเวียงกาหลงที่ปลอดภัยห่างไกลโควิด 19 ในรูปแบบกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกระบวนการทำงานแบบวนซ้ำเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่สามารถใช้ได้หลายกรณีทั้งในการวางแผนงานในชีวิตประจำวัน หรือจากการเล่นเกมต่างๆ นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ในอนาคตได้ ผลการประเมินชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก



ภาพที่ 9 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 5

3. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ภาพการปูกระเบื้องบนพื้นที่ว่าง แล้วตอบคำถาม ดังนี้



- กระเบื้องมีทั้งหมดกี่สี

(4 สี)

- จากภาพเป็นการเรียงกระเบื้องอย่างไร

(ตัวอย่างคำตอบ เป็นการปูกระเบื้องเป็นสีเรียงกันไปเรื่อย ๆ คือ แดง น้ำเงิน เหลือง เขียว

วนซ้ำกัน 2 รอบ)

- ถ้าต้องการปูกระเบื้องเรียงต่อกันไปเรื่อย ๆ เป็นจำนวน 15 แผ่น ออกทรวว่าแผ่นที่ 15 จะเป็นกระเบื้องสีอะไร

(สีเหลือง)

4. ครูยกตัวอย่างกิจกรรมที่ทำงานแบบวนซ้ำ ดังนี้



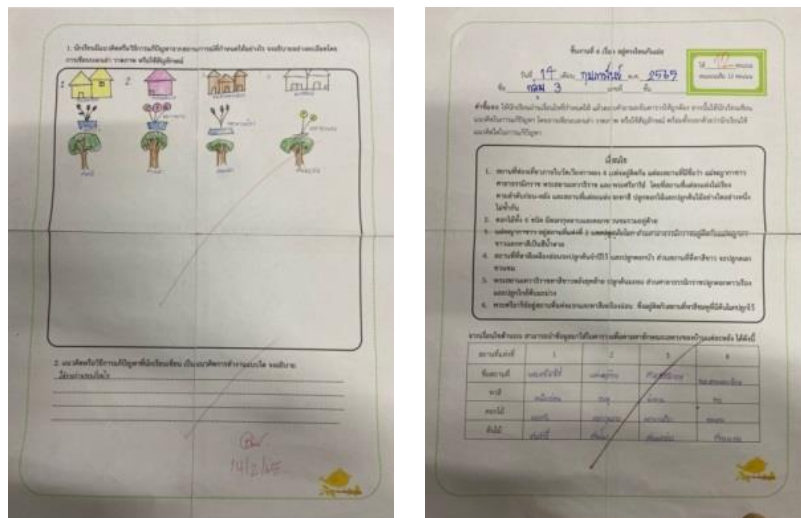
ภาพที่ 10 กิจกรรมประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง อยู่ตรงไหนกันบ้างเอ่ย จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และเห็นความสำคัญของวิธีการแก้ปัญหา

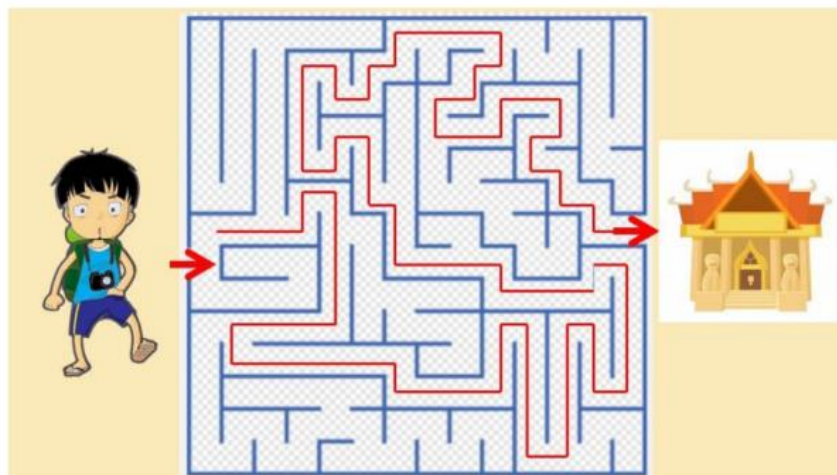
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี โดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะมาช่วยในการแก้ปัญหา และนักเรียนสามารถร่วมกันสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ได้ดังนี้ วิธีการแก้ปัญหาคควรใช้เหตุผลในการคิดและอธิบายความคิดออกเป็นแผนงาน โดยต้องพิจารณาเงื่อนไขหรือเหตุผลประกอบด้วยการแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทำได้โดยการเขียน บอกเล่า วาดภาพ หรือใช้สัญลักษณ์ ซึ่งวิธีการของแต่ละคนอาจจะเหมือนหรือแตกต่างกันได้ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติชิ้นงานที่ 6 เรื่อง อยู่ตรงไหนกันบ้างเอ่ย โดยให้นักเรียนอ่านเงื่อนไขที่กำหนด แล้วตอบคำถาม พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถแสดงวิศิตหาสถานที่ท่องเที่ยวภายในวัดเวียงกาหลงได้ถูกต้อง ละเอียด ชัดเจน สามารถให้คำแนะนำเพื่อนได้ ผลการประเมินชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก



ภาพที่ 11 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 6

6. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ภาพเกมเขาวงกต จากนั้นร่วมกันหาเส้นทางให้นักท่องเที่ยวไปวัดเวียงกาหลงโดยเขียนคำตอบแล้วตอบคำถาม ดังตัวอย่าง
(ตัวอย่างคำตอบ)



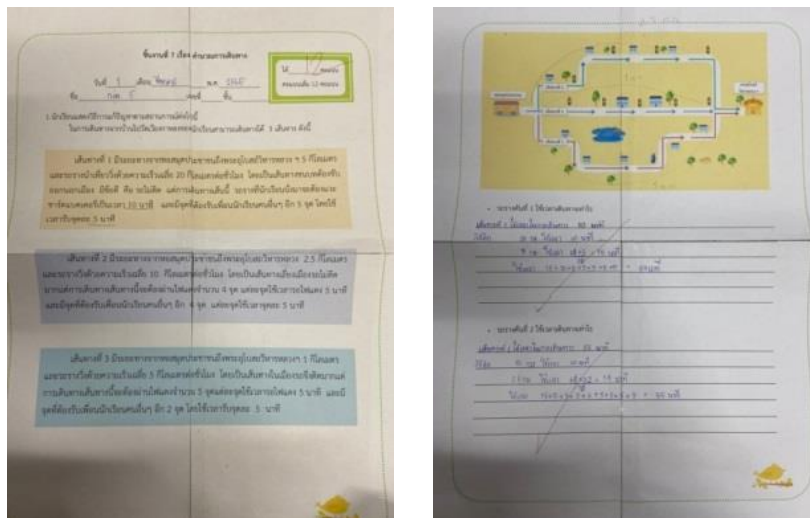
ภาพที่ 12 กิจกรรมประกอบการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง คำนวณการเดินทาง จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถวิเคราะห์ปัญหาในชีวิตประจำวัน และเห็นประโยชน์ของการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนบางส่วนไม่เข้าใจในเรื่องของการวิเคราะห์ภาพเส้นทางการเดินทางรถยนต์ A และรถยนต์ B ที่มีความเร็วไม่เท่ากัน ทำให้ครูได้อธิบายเพิ่มเติมรายบุคคล จนนักเรียนทุกคนสามารถสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ถูกต้องหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติชิ้นงานที่ 7 เรื่อง คำนวณการเดินทาง จากนั้นให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีคิดและคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนด พบว่านักเรียนส่วนใหญ่แสดงวิธีคิดหาเวลาการเดินทางได้ถูกต้อง ละเอียด ชัดเจน ผลการประเมินชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มอยู่ในระดับดีมาก



ภาพที่ 13 ตัวอย่างชิ้นงานที่ 7

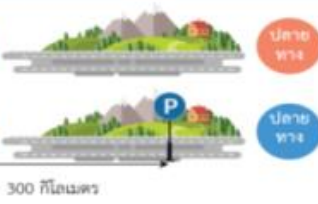
3. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ภาพเส้นทางการเดินทางรถยนต์ A และรถยนต์ B ที่มีความเร็วไม่เท่ากัน แล้วตอบคำถาม ดังนี้



รถยนต์ A



รถยนต์ B



300 กิโลเมตร

รถยนต์ A วิ่งด้วยความเร็ว 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถยนต์ B วิ่งด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทางจากต้นทางไปยังปลายทางของรถยนต์ทั้ง 2 คัน เท่ากันคือ 400 กิโลเมตร และเส้นทางของรถยนต์ B มีจุดจอด P โดยรถยนต์ทุกคัน ที่ผ่านจุดนี้จะต้องจอดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง การหาเวลาที่รถยนต์ทั้ง 2 คัน ต้องเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางจะได้ ดังนี้

รถยนต์ A ไม่มีจุดจอด ใช้เวลาเท่ากับ $400 \text{ กิโลเมตร} / 50 \text{ กิโลเมตรต่อชั่วโมง} = 8 \text{ ชั่วโมง}$

รถยนต์ B มีจุดจอดหนึ่งจุด ใช้เวลาวิ่งจากจุดต้นทางไปยังจุดจอดเท่ากับ $300 / 100 = 3 \text{ ชั่วโมง}$
ใช้เวลาจอด 1 ชั่วโมง
ใช้เวลาวิ่งจากจุดจอดไปยังปลายทางเท่ากับ $100 / 100 = 1 \text{ ชั่วโมง}$
ดังนั้น เวลาที่รถยนต์ B วิ่งจากจุดต้นทางไปยังปลายทาง คือ $3 + 1 + 1 = 5 \text{ ชั่วโมง}$

• ความแตกต่างของเส้นทางการเดินทางรถยนต์ A และรถยนต์ B คืออะไร
(ความเร็วของรถยนต์ A และรถยนต์ B และจุดจอดรถยนต์)

• เวลาที่ใช้ในการเดินทางของรถยนต์ A และรถยนต์ B ต่างกันเท่าใด
(3 ชั่วโมง)

ภาพที่ 14 กิจกรรมประกอบการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผน ซึ่งใช้เวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 15 ชั่วโมง ซึ่งลักษณะกิจกรรมแต่ละแผนเน้นให้นักเรียนใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับคุณภาพดี และประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้อง โดยที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง สอดคล้อง IOC = 1.00 ซึ่งมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ นำแผนจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านอ่างตำ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 30 คน ซึ่งจากการสังเกตการทำกิจกรรม พบว่านักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับโค้ดดิ้งโดยนำบริบทของท้องถิ่นเข้ามีส่วนร่วมได้เป็นอย่างดี

5.1 อภิปรายผลการสร้างกิจกรรม

ผู้วิจัยพบว่าประเด็นที่สำคัญที่ควรแก่นำมาอภิปรายดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า มีความสอดคล้องกับหลักสูตร สามารถนำไปใช้ได้จริง มีประสิทธิภาพ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นเขียนถูกต้องตามหลักวิชาการเหมาะสมกับผู้เรียนและเวลาที่กำหนด มีความกระชับชัดเจน ทำให้ผู้อ่านเข้าใจง่าย เข้าใจตรงกัน มีรายละเอียดมากพอที่ทำให้ผู้อ่านสามารถนำไปใช้สอนได้ และทุกหัวข้อในแผนการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีรูปแบบการจัดกิจกรรมที่มีความน่าสนใจทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลง และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับโค้ดดิ้งโดยใช้บริบทของท้องถิ่นเข้ามีส่วนร่วมได้เป็นอย่างดี ซึ่งเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา อธิบายการทำงาน คาดการณ์ ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

3. นักเรียนให้ความสนใจ กระตือรือร้นและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี เนื่องจากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้พัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาผลการสอนโค้ดดิ้ง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับ coding ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นควรนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้สอนนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆต่อไป

2. จากการศึกษาผลการสอนโค้ดดิ้ง ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วางแผนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองเวียงกาหลงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีข้อจำกัดเรื่องเวลา ดังนั้นในการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนต่างๆ ครูอาจจะยืดหยุ่นเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม

3. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เว้นระยะห่าง สามารถปรับบริบทของสถานการณ์ให้เกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวได้ เช่น การจัดที่นั่งให้มีการเว้นระยะห่างระหว่างบุคคลอย่างน้อย 1 - 2 เมตร

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ ขอคุณ รศ.ดร.ธเนศร์ โรจน์ศิริพิศาล ที่ให้คำแนะนำปรึกษา ขอคุณ โรงเรียนบ้านอ่างตำที่เป็นสถานที่ในการเก็บข้อมูล และสาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินการวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ชฎารัตน์ พิพัฒน์นันทน์, (2563). *กิจกรรม CS Unplugged*. สืบค้นเมื่อ 7 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.starfishlabz.com/blog/80-cs-unplugged>.
- ชนาธิป พรกุล, (2554). *การสอนกระบวนการคิดทฤษฎีและการนำไปใช้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วิ พรินท์ (1991) จำกัด.
- ณัฐพล บัวอุไร, (2562). *กิจกรรมโรบอทเรียงแก้ว*. สืบค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2562, จาก <http://www.nattapon.com/2019/02/unplugged-programming-robotglass>
- ประภัสสร สำลี และกิตติพงษ์ พุ่มพวง, (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Unplugged Coding เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดด้านวิทยาการคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3. *วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2564*
- พิชชากร เสี่ยงล้ำ. (2563). การศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน Coding แบบ Unplugged สำหรับครูผู้สอนวิทยาการคำนวณ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านห้วยน้ำใหญ่ อำเภอห้วยน้ำใหญ่ จังหวัดมุกดาหาร. *รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ ก่อนการแต่งตั้งให้ดำรงศึกษานิเทศก์*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษามุกดาหาร
- ยุพิน พิพิธกุล. (2545). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุจิร ภู่อารยะ. (2545). *การเขียนแผนการสอน*. กรุงเทพฯ : บั๊ค พ้อยท์
- วิทยาการ เที่ยงกุล, (2559). *รายงานสภาวะการศึกษาไทย ปี 2557/2558 จะปฏิรูปการศึกษาไทยให้ทันโลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดีการพิมพ์จำกัด
- วัฒนาพร ระงับทุกข์, (2542). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช
- วัลลภ เหมวงษ์. (2557). *ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น*. ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) : Coding with KidBright ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาด้วยการเขียนโปรแกรม Scratch*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
- สุวิมล คำแสน, อธิวัฒน์ บุญมี และอัมภิกา บุญมี. *วิธีการวางแผนเส้นทางการเยี่ยมชมจุดท่องเที่ยวภายในสวนสาธารณะโดยประยุกต์ใช้วิธีพันธุกรรม : กรณีศึกษาเมืองจำลอง จังหวัดชลบุรี. วารสารไทยวิจัยดำเนินงาน ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 (มกราคม 2561-มิถุนายน 2561)*
- เสกสรรค์ วินยวงศ์กุล, นิเวศน์ จินะบุญเรือง, ประเวศ อนันต์เอื้อ และนคร ไชยวงศ์ศักดิ์. (2557). การประยุกต์ตัวแบบปัญหาการเดินทางของเซลล์แมนกรณีศึกษาการจัดเส้นทางรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางปีที่ 7 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม 2557 – ธันวาคม 2557)*
- อัชมา อระวีพร. (2561). *ความน่าจะเป็น*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง)*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- J.Lee and J.Junoh. (2019). *Implementing Unplugged Coding Activities in Early Childhood Classrooms*. Early Childhood Education Journal. 47:709–716.

-
- L.Wu, Ck.Looi, J.Multisilta, ML.How, H.Choi,TC.Hsu, P.Tuomi. (2019). Teacher's Perceptions and Readiness to Teach Coding Skills: A Comparative Study Between Finland, Mainland China, Singapore, Taiwan, and South Korea. *Asia-Pacific Edu Res* (2020) 29(1): 21–34
- T.Bell, I.H. Witten and M. Fellows. (2005). *CS UNPLUGGED An enrichment and extension programme for primary-aged students* : 88-92
- V. Guerra, B.Kuhnt, & I.Blochliher, (2012). Informatics at school - worldwide. *Technical report*, Universität Zurich.
- V.Dagiene, L. Mannila., T.Poranen, L.Rolandsson, G. Stupuriene, (2014). Reasoning on children's cognitiveskills in an informatics contest: findings and discoveries from Finland, Lithuania, and Sweden. In: *LectureNotes in Computer Science, Vol. 8730*, pp. 66–77